

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application: 2002年12月12日

出願番号

Application Number: 特願2002-361446

[ST.10/C]:

[JP2002-361446]

出願人

Applicant(s): 任天堂株式会社

2003年 7月 2日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎

出証番号 出証特2003-3052469

【書類名】 特許願

【整理番号】 ND-0117P

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 A63F 13/00

【発明者】

【住所又は居所】 京都府京都市南区上鳥羽鉢立町11番地1 任天堂株式
会社内

【氏名】 滝澤 智

【発明者】

【住所又は居所】 京都府京都市南区上鳥羽鉢立町11番地1 株式会社エ
ス・アール・ディー内

【氏名】 岩脇 敏夫

【特許出願人】

【識別番号】 000233778

【氏名又は名称】 任天堂株式会社

【代理人】

【識別番号】 100098291

【弁理士】

【氏名又は名称】 小笠原 史朗

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 035367

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9201609

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ゲーム装置およびゲームプログラム

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ゲーム空間内にオブジェクトを表示するゲーム装置であって

オブジェクトに対して光を照射するための光源を前記ゲーム空間内にn個（nは2以上の整数）設定する光源設定手段と、

オブジェクトを構成する各所定の単位について、n個の各前記光源によってそれぞれ与えられるn個の照射強度を各成分とする明るさベクトルを算出する明るさ算出手段と、

前記n個の照射強度のしきい値であって、明るさベクトルの座標領域を少なくとも3つの領域に分けるためのしきい値を記憶するしきい値記憶手段と、

前記各所定の単位について、n個の照射強度とそれらに対応するしきい値との大小関係に基づいて、各当該しきい値によって分けられる領域のうち、前記明るさ算出手段によって算出された明るさベクトルの先端が含まれる領域を決定する領域決定手段と、

前記領域決定手段によって前記各所定の単位について決定された領域に基づいて、オブジェクトの表示色が段階的に変化するように、当該各所定の単位における表示色を決定する表示色決定手段とを備える、ゲーム装置。

【請求項2】 前記光源設定手段は、第1の色の光を照射する第1の光源と、当該第1の色と異なる第2の色の光を照射する第2の光源とを設定し、

前記明るさ算出手段は、オブジェクトを構成する所定の単位における、前記第1の色の色成分の値と前記第2の色の色成分の値とを照射強度とする明るさベクトルを算出し、

前記領域決定手段は、前記第1の色の色成分の値とそれに対応する第1のしきい値との大小関係および前記第2の色の色成分の値とそれに対応する第2のしきい値との大小関係を判定することによって、明るさベクトルに対応する領域を決定する請求項1に記載のゲーム装置。

【請求項3】 前記第1の色は、赤、緑または青のうちいずれか1つであり

前記第2の色は、前記第1の色とは異なる色であって、かつ、赤、緑または青のうちいずれか1つの色であることを特徴とする、請求項2に記載のゲーム装置。

【請求項4】 前記座標領域は、前記第1のしきい値によって異なる領域に分けられ、かつ、前記第2のしきい値によって異なる領域に分けられ、

前記表示色決定手段は、前記第1のしきい値によって分けられる領域に応じて明るさの異なる表示色を決定し、前記第2のしきい値によって分けられる領域に応じて色の異なる表示色を決定する、請求項2に記載のゲーム装置。

【請求項5】 前記表示色決定手段は、前記第2のしきい値によって分けられる領域に応じて、前記ゲーム空間において発生する特殊効果の影響を受けたオブジェクトを表すための色と、当該特殊効果がない場合のオブジェクトを表すための色とのいずれかを決定する、請求項4に記載のゲーム装置。

【請求項6】 前記ゲーム空間において前記特殊効果が発生したか否かを判定する特殊効果判定手段をさらに備え、

前記光源設定手段は、前記特殊効果判定手段によって特殊効果が発生したと判定された場合のみ前記第2の光源を設ける、請求項5に記載のゲーム装置。

【請求項7】 各オブジェクトの表示色を決定するための基礎表示色を記憶する表示色記憶手段をさらに備え、

前記表示色決定手段は、前記領域決定手段によって決定される領域と、前記表示色記憶手段に記憶されている基礎表示色とに基づいて表示色を決定する、請求項1に記載のゲーム装置。

【請求項8】 前記領域決定手段は、決定した領域を数値によって表現し、

前記表示色決定手段は、前記領域決定手段によって決定された領域を示す数値と前記基礎表示色の色データとを用いて所定の演算を行うことによって表示色を決定する、請求項7に記載のゲーム装置。

【請求項9】 ゲーム空間内にオブジェクトを表示するゲーム装置であって

オブジェクトに対して光を照射するための第1の光源を前記ゲーム空間内に設

定する第1の光源設定手段と、

前記第1の光源とは異なる第2の光源を前記ゲーム空間内に設定する第2の光源設定手段と、

オブジェクトを構成する各所定の単位について、前記第1の光源によって与えられる第1の照射強度と、前記第2の光源によって与えられる第2の照射強度とを算出する明るさ算出手段と、

前記第1の照射強度のしきい値および前記第2の照射強度のしきい値を記憶するしきい値記憶手段と、

前記各所定の単位について、第1の照射強度とそれに対応するしきい値との大小関係を検出する第1の検出手段と、

前記各所定の単位について、第2の照射強度とそれに対応するしきい値との大小関係を検出する第2の検出手段と、

各前記所定の単位における前記第1の検出手段および前記第2の検出手段の検出結果に基づいて、オブジェクトの表示色が段階的に変化するように、当該各所定の単位における表示色を決定する表示色決定手段とを備える、ゲーム装置。

【請求項10】 前記所定の単位は、オブジェクトを構成するポリゴンであることを特徴とする、請求項1から9のいずれかに記載のゲーム装置。

【請求項11】 ゲーム装置に、ゲーム空間内にオブジェクトを表示するゲームを実行させるためのゲームプログラムであって、

オブジェクトに対して光を照射するための光源を前記ゲーム空間内にn個（nは2以上の整数）設定する光源設定ステップと、

オブジェクトを構成する各所定の単位について、n個の各前記光源によってそれぞれ与えられるn個の照射強度を各成分とする明るさベクトルを算出する明るさ算出ステップと、

前記各所定の単位について、n個の照射強度と、それらに対応するしきい値であって、明るさベクトルの座標領域を少なくとも3つの領域に分けるためのしきい値との大小関係に基づいて、各当該しきい値によって分けられる領域のうち、前記明るさ算出ステップにおいて算出された明るさベクトルの先端が含まれる領域を決定する領域決定ステップと、

前記領域決定ステップにおいて前記各所定の単位について決定された領域に基づいて、オブジェクトの表示色が段階的に変化するように、当該各所定の単位における表示色を決定する表示色決定ステップとを前記ゲーム装置に実行させるためのゲームプログラム。

【請求項12】 前記光源設定ステップは、第1の色の光を照射する第1の光源と、当該第1の色と異なる第2の色の光を照射する第2の光源とを設定し、

前記明るさ算出ステップは、オブジェクトを構成する所定の単位における、前記第1の色の色成分の値と前記第2の色の色成分の値とを照射強度とする明るさベクトルを算出し、

前記領域決定ステップは、前記第1の色の色成分の値とそれに対応する第1のしきい値との大小関係および前記第2の色の色成分の値とそれに対応する第2のしきい値との大小関係を判定することによって、明るさベクトルに対応する領域を決定する請求項11に記載のゲームプログラム。

【請求項13】 前記第1の色は、赤、緑または青のうちいずれか1つであり、

前記第2の色は、前記第1の色とは異なる色であって、かつ、赤、緑または青のうちいずれか1つの色であることを特徴とする、請求項12に記載のゲームプログラム。

【請求項14】 前記座標領域は、前記第1のしきい値によって異なる領域に分けられ、かつ、前記第2のしきい値によって異なる領域に分けられ、

前記表示色決定ステップは、前記第1のしきい値によって分けられる領域に応じて明るさの異なる表示色を決定し、前記第2のしきい値によって分けられる領域に応じて色の異なる表示色を決定する、請求項12に記載のゲームプログラム。

【請求項15】 前記表示色決定ステップは、前記第2のしきい値によって分けられる領域に応じて、前記ゲーム空間において発生する特殊効果の影響を受けたオブジェクトを表すための色と、当該特殊効果がない場合のオブジェクトを表すための色とのいずれかを決定する、請求項14に記載のゲームプログラム。

【請求項16】 前記ゲーム空間において前記特殊効果が発生したか否かを

判定する特殊効果判定ステップをさらに前記ゲーム装置に実行させ、

前記光源設定ステップは、前記特殊効果判定ステップにおいて特殊効果が発生したと判定された場合のみ前記第2の光源を設ける、請求項15に記載のゲームプログラム。

【請求項17】 前記ゲーム装置は、各オブジェクトの表示色を決定するための基礎表示色を記憶しており、

前記表示色決定ステップは、前記領域決定ステップにおいて決定される領域と、前記ゲーム装置に記憶されている基礎表示色に基づいて表示色を決定する、請求項11に記載のゲームプログラム。

【請求項18】 前記領域決定ステップは、決定した領域を数値によって表現し、

前記表示色決定ステップは、前記領域決定ステップにおいて決定された領域を示す数値と前記基礎表示色の色データとを用いて所定の演算を行うことによって表示色を決定する、請求項17に記載のゲームプログラム。

【請求項19】 ゲーム装置に、ゲーム空間内にオブジェクトを表示するゲームを実行させるためのゲームプログラムであって、

オブジェクトに対して光を照射するための第1の光源を前記ゲーム空間内に設定する第1の光源設定ステップと、

前記第1の光源とは異なる第2の光源を前記ゲーム空間内に設定する第2の光源設定ステップと、

オブジェクトを構成する各所定の単位について、前記第1の光源によって与えられる第1の照射強度と、前記第2の光源によって与えられる第2の照射強度とを算出する明るさ算出ステップと、

前記各所定の単位について、第1の照射強度とそれに対応するしきい値との大小関係を検出する第1の検出ステップと、

前記各所定の単位について、第2の照射強度とそれに対応するしきい値との大小関係を検出する第2の検出ステップと、

前記各所定の単位について検出される前記第1の検出ステップおよび前記第2の検出ステップの検出結果に基づいて、オブジェクトの表示色が段階的に変化す

るよう、当該各所定の単位における表示色を決定する表示色決定ステップとを前記ゲーム装置に実行させるためのゲームプログラム。

【請求項20】 前記所定の単位は、オブジェクトを構成するポリゴンであることを特徴とする、請求項11から19のいずれかに記載のゲームプログラム

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ゲーム装置およびゲームプログラムに関し、より特定的には、トゥーンシェーディングを用いてオブジェクトを表示させるゲーム装置およびゲームプログラムに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来から、仮想的な3次元空間内における所与の視点から見える画像を生成する画像生成システムが知られており、このようなシステムがゲーム装置にも用いられている。また、このようなシステムには、仮想空間の現実感を向上するためにリアルな画像を生成するものがある。また、仮想空間をアニメ風に表現するためにアニメのセル画のような画像を生成するシステムがある。これは、仮想空間内のオブジェクトに段階的な陰影をつける（はっきりとした陰影をつける）ことによって、セルアニメ風の画像を生成するものである。

【0003】

セルアニメ風の画像を生成する手法としては、いわゆるトゥーンシェーディングを用いたものがある（例えば、特許文献1参照。）。図12は、従来の手法によって生成される画像の表示例を示す図である。以下、図12を参照して処理の概要を説明すると、まず、所定の条件に基づいて、仮想空間内のオブジェクトに明るさ情報を与える。明るさ情報は、例えば、仮想空間内の1点に設けられた仮想のライト（光源）91から光を当てるこことによって与えられる。次に、当該明るさ情報に基づいて、オブジェクトを複数の部分に分割する。例えば2段階（2つのエリア）に分割する場合を考えると、仮想のライトに基づいてオブジェクト

を明るいエリア92と暗いエリア93とに分ける。最後に、明るいエリア92と暗いエリア93とで異なる色値を設定することによって、オブジェクトを2段階の色値で表現する。従来の手法は、以上的方法によって段階的な陰影がついたアニメ風の画像を生成するものである。

【0004】

【特許文献1】

特開2001-79261号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、ゲーム装置やゲームシステムにおいては、ゲーム空間内の特殊効果に応じてオブジェクトに陰影をつける場合がある。例えば、通常の光に加えて、稲光や爆発の光が当たっているような陰影をオブジェクトにつける場合である。また、特殊効果の光以外にも、2カ所以上から光が当たっているような陰影をオブジェクトにつけることがある。

【0006】

ここで、従来の手法では、2カ所以上からオブジェクトに光が当たっている様子を、トゥーンシェーディングによって表現することができない。なぜなら、従来の手法においてトゥーンシェーディングの際に用いられる上記明るさ情報は、所定の条件（例えば、上述した仮想のライト）によって定められるものであるので、当該明るさ情報を用いて、通常とは異なる光（例えば、特殊効果の光）を表現することができないからである。つまり、図12の例では、仮想のライト91の位置から当たられる光によって明るさ情報が定められるので、当該明るさ情報を用いても、仮想のライト91の位置以外からオブジェクトに光が当たっている様子を表現できない。

【0007】

そのため、従来においては、トゥーンシェーディングが施されたオブジェクトに対して特殊効果の光が当たっている様子は、トゥーンシェーディングを用いずに陰影をつけて表現されていたか、または、陰影をつけずに表現されていた。従って、従来の手法では、セルアニメ風のオブジェクトに対してリアルな陰影がつ

いたり、または、オブジェクトの陰影が全くなくなってしまうこととなっていた。そのため、典型的には特殊効果の光が当たっている場合のように、2カ所以上から光が当たっている様子については、トゥーンシェーディングによってはうまく表現できず、画像が不自然に見えるおそれがあった。また、2カ所以上から光による陰影をつけるためには、トゥーンシェーディングとは別の処理が必要になることから、画像生成のための処理量が増えてしまう。そのため、リアルタイム性が要求されるゲーム装置等においては、従来の方法を用いることができない場合があった。

【0008】

それ故に、本発明の目的は、2つの以上の異なる光が当たる様子をトゥーンシェーディングによって表現することができるゲーム装置およびゲームプログラムを提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段および発明の効果】

第1の発明は、ゲーム空間内にオブジェクトを表示するゲーム装置（実施例との対応関係を示せば、例えば、ゲーム機本体101である。以下、同様にかっこ内に実施形態との対応関係を示す。）である。ゲーム装置は、光源設定手段（ステップS12およびS14を実行するCPU202および/またはGPU204；以下、単にステップ番号のみを示す。）と、明るさ算出手段（明るさ算出部521およびテクスチャ座標生成部522、S21およびS22）と、しきい値記憶手段（しきい値データ記憶領域205e）と、領域決定手段（テクスチャ色決定部523、S23～S29）と、表示色決定手段（表示色決定部524、S30）とを備えている。光源設定手段は、オブジェクトに対して光を照射するための光源（通常ライト64およびエフェクトライト65）をゲーム空間内にn個（nは2以上の整数）設定する。明るさ算出手段は、オブジェクトを構成する各所定の単位について、n個の各光源によってそれぞれ与えられるn個の照射強度（第1照射強度および第2照射強度）を各成分とする明るさベクトルを算出する。しきい値記憶手段は、n個の照射強度のしきい値（第1しきい値および第2しきい値）であって、明るさベクトルの座標領域を少なくとも3つの領域（第1領域

～第4領域)に分けるためのしきい値を記憶する。領域決定手段は、各所定の単位について、n個の照射強度とそれらに対応するしきい値との大小関係に基づいて、各当該しきい値によって分けられる領域のうち、明るさ算出手段によって算出された明るさベクトルの先端が含まれる領域を決定する。表示色決定手段は、領域決定手段によって各所定の単位について決定された領域に基づいて、オブジェクトの表示色が段階的に変化するように、当該各所定の単位における表示色を決定する。

【0010】

上記発明によれば、n個の光源によって与えられる照射強度が、n種類算出される。そして、これらの照射強度を各成分とするn次元の明るさベクトルおよび当該明るさベクトルの座標領域としきい値とを用いて、トゥーンシェーディングが行われ、オブジェクトの各所定の単位についてそれぞれ表示色が決定される。以上のように、n個の光源から与えられる明るさをn次元のベクトルおよび座標領域を用いて表現することによって、各所定の単位についてn個の異なる光からの影響を個別に表現することができる。さらに、n次元のベクトルおよび座標領域を用いてトゥーンシェーディングが行われ、表示色が決定されるので、各所定の単位においてn個の異なる光の影響を反映させて表示色を決定することができる。これによって、オブジェクトにn個の異なる光が当たる様子をトゥーンシェーディングによって表現することができる。

【0011】

第2の発明は、第1の発明に従属する発明であって、光源設定手段は、第1の色(赤)の光を照射する第1の光源(第1のライト(通常ライト64))と、当該第1の色と異なる第2の色(緑)の光を照射する第2の光源(第2のライト(エフェクトライト65))とを設定する。また、明るさ算出手段は、オブジェクトを構成する所定の単位における、第1の色の色成分の値と第2の色の色成分の値とを照射強度とする明るさベクトルを算出する。さらに、領域決定手段は、第1の色の色成分の値とそれに対応する第1のしきい値との大小関係および第2の色の色成分の値とそれに対応する第2のしきい値との大小関係を判定することによって、明るさベクトルに対応する領域を決定する。

【0012】

上記発明によれば、各照射強度は、第1の色と第2の色との色成分値によってそれぞれ算出されるので、一方の光源によって与えられる照射強度を算出する際に他方の光源の影響を考慮する必要がない。つまり、異なる色の色成分値によってそれぞれの照射強度を算出するので、各照射強度を独立して算出することができる。これによって、2つの光源を同時に設定し、かつ、2つの光源によって与えられる照射強度を同時に算出することができる。また、一方の光源によって与えられる照射強度を、他方の光源の影響を受けることなく、正確に算出することができる。

【0013】

第3の発明は、第2の発明に従属する発明であって、第1の色は、赤、緑または青のうちいずれか1つである。このとき、第2の色は、第1の色とは異なる色であって、かつ、赤、緑または青のうちいずれか1つの色である。

【0014】

上記発明によれば、RGB値で表現される色データの各成分値を用いて、照射強度を表現することができる。

【0015】

第4の発明は、第2の発明に従属する発明であって、座標領域は、第1のしきい値によって異なる領域に分けられる。また、当該座標領域は、第2のしきい値によって異なる領域に分けられる。このとき、表示色決定手段は、第1のしきい値によって分けられる領域に応じて明るさの異なる表示色を決定する。また、当該表示色決定手段は、第2のしきい値によって分けられる領域に応じて色の異なる表示色を決定する。

【0016】

上記発明によれば、第1の光源によって与えられる照射強度に応じて、各所定の単位における表示色の明るさが変化することとなる。また、第2の光源によって与えられる照射強度に応じて、各所定の単位における表示色の色が変化することとなる。以上によって、第1の光源および第2の光源を、それぞれ異なる種類の光による陰影を表すために用いることができる。

【0017】

第5の発明は、第4の発明に従属する発明であって、表示色決定手段は、第2のしきい値によって分けられる領域に応じて、ゲーム空間において発生する特殊効果の影響を受けたオブジェクトを表すための色と、当該特殊効果がない場合のオブジェクトを表すための色とのいずれかを決定する。

【0018】

上記発明によれば、第2の光源を、特殊効果の光による陰影を表すために用いることができる。ここで、特殊効果とは、例えば、ゲーム空間において発生した稲妻や、爆発等をいう。

【0019】

第6の発明は、第5の発明に従属する発明であって、特殊効果判定手段（S13）をさらに備える。特殊効果判定手段は、ゲーム空間において特殊効果が発生したか否かを判定する。また、光源設定手段は、特殊効果判定手段によって特殊効果が発生したと判定された場合のみ第2の光源を設ける。

【0020】

上記発明によれば、特殊効果の光を必要に応じて、すなわち、特殊効果が発生した時のみ照射することができる。従って、一時的に発生する特殊効果による光がオブジェクトに当たっている様子を表現することができる。

【0021】

第7の発明は、第1の発明に従属する発明であって、表示色記憶手段（基礎表示色データ記憶領域205d）をさらに備える。表示色記憶手段は、各オブジェクトの表示色を決定するための基礎表示色を記憶する。このとき、表示色決定手段は、領域決定手段によって決定される領域と、表示色記憶手段に記憶されている基礎表示色とに基づいて表示色を決定する。

【0022】

第8の発明は、第7の発明に従属する発明であって、領域決定手段は、決定した領域を数値によって表現する。また、表示色決定手段は、領域決定手段によって決定された領域を示す数値と基礎表示色の色データとを用いて所定の演算を行うことによって表示色を決定する。

【0023】

上記発明によれば、所定の演算によって表示色を決定することができるので、例えば、領域決定手段によって決定された領域と基礎表示色とを対応付けるテーブルを用意する必要がない。従って、ゲーム装置の記憶領域を節約することができる。

【0024】

第9の発明は、ゲーム空間内にオブジェクトを表示するゲーム装置である。当該ゲーム装置は、第1の光源設定手段（S12）と、第2の光源設定手段（S14）と、明るさ算出手段（明るさ算出部521およびテクスチャ座標生成部522、S21およびS22）と、しきい値記憶手段（しきい値データ記憶領域205e）と、第1の検出手段（テクスチャ色決定部523、S23）と、第2の検出手段（テクスチャ色決定部523、S24およびS25）と、表示色決定手段（表示色決定部524、S30）とを備えている。第1の光源設定手段は、オブジェクトに対して光を照射するための第1の光源（通常ライト64）をゲーム空間内に設定する。第2の光源設定手段は、第1の光源とは異なる第2の光源（エフェクトライト65）をゲーム空間内に設定する。明るさ算出手段は、オブジェクトを構成する各所定の単位について、第1の光源によって与えられる第1の照射強度と、第2の光源によって与えられる第2の照射強度とを算出する。しきい値記憶手段は、第1の照射強度のしきい値および第2の照射強度のしきい値を記憶する。第1の検出手段は、各所定の単位について、第1の照射強度とそれに対応するしきい値との大小関係を検出する。第2の検出手段は、各所定の単位について、第2の照射強度とそれに対応するしきい値との大小関係を検出する。表示色決定手段は、各所定の単位における第1の検出手段および第2の検出手段の検出結果に基づいて、オブジェクトの表示色が段階的に変化するように、当該各所定の単位における表示色を決定する。

【0025】

上記発明によれば、2個の光源によって与えられる照射強度が、2種類算出される。そして、これらの照射強度としきい値とを用いて、トゥーンシェーディングが行われ、オブジェクトの各所定の単位についてそれぞれ表示色が決定される。

以上のように、2個の光源から与えられる明るさを2種類の照射強度を用いて表現することによって、各所定の単位について2個の異なる光からの影響を個別に表現することができる。さらに、2つの照射強度を用いてトゥーンシェーディングが行われ、表示色が決定されるので、各所定の単位において2個の異なる光の影響を反映させて表示色を決定することができる。これによって、オブジェクトに2個の異なる光が当たる様子をトゥーンシェーディングによって表現することができる。

【0026】

第10の発明は、第1から第9のいずれかの発明に従属する発明であって、所定の単位は、オブジェクトを構成するポリゴンである。

【0027】

第11の発明は、ゲーム装置に、ゲーム空間内にオブジェクトを表示するゲームを実行させるためのゲームプログラムである。また、当該ゲームプログラムは、光源設定ステップ（ステップS12およびS14）と、明るさ算出ステップ（S21およびS22）と、領域決定ステップ（S23～S29）と、表示色決定ステップ（S30）とをゲーム装置に実行させる。光源設定ステップは、オブジェクトに対して光を照射するための光源をゲーム空間内にn個（nは2以上の整数）設定する。明るさ算出ステップは、オブジェクトを構成する各所定の単位について、n個の各光源によってそれぞれ与えられるn個の照射強度を各成分とする明るさベクトルを算出する。領域決定ステップは、各所定の単位について、n個の照射強度と、それらに対応するしきい値であって、明るさベクトルの座標領域を少なくとも3つの領域に分けるためのしきい値との大小関係に基づいて、各当該しきい値によって分けられる領域のうち、明るさ算出ステップにおいて算出された明るさベクトルの先端が含まれる領域を決定する。表示色決定ステップは、領域決定ステップにおいて各所定の単位について決定された領域に基づいて、オブジェクトの表示色が段階的に変化するように、当該各所定の単位における表示色を決定する。

【0028】

第12の発明は、第11の発明に従属する発明であって、光源設定ステップは

、第1の色の光を照射する第1の光源と、当該第1の色と異なる第2の色の光を照射する第2の光源とを設定する。また、明るさ算出ステップは、オブジェクトを構成する所定の単位における、第1の色の色成分の値と第2の色の色成分の値とを照射強度とする明るさベクトルを算出する。さらに、領域決定ステップは、第1の色の色成分の値とそれに対応する第1のしきい値との大小関係および第2の色の色成分の値とそれに対応する第2のしきい値との大小関係を判定することによって、明るさベクトルに対応する領域を決定する。

【0029】

第13の発明は、第12の発明に従属する発明であって、第1の色は、赤、緑または青のうちいずれか1つである。このとき 第2の色は、第1の色とは異なる色であって、かつ、赤、緑または青のうちいずれか1つの色である。

【0030】

第14の発明は、第12の発明に従属する発明であって、座標領域は、第1のしきい値によって異なる領域に分けられる。また、当該座標領域は、第2のしきい値によって異なる領域に分けられる。このとき、表示色決定ステップは、第1のしきい値によって分けられる領域に応じて明るさの異なる表示色を決定する。また、当該表示色決定ステップは、第2のしきい値によって分けられる領域に応じて色の異なる表示色を決定する。

【0031】

第15の発明は、第14の発明に従属する発明であって、表示色決定ステップは、第2のしきい値によって分けられる領域に応じて、ゲーム空間において発生する特殊効果の影響を受けたオブジェクトを表すための色と、当該特殊効果がない場合のオブジェクトを表すための色とのいずれかを決定する。

【0032】

第16の発明は、第15の発明に従属する発明であって、特殊効果判定ステップ(S13)をさらにゲーム装置に実行させる。特殊効果判定ステップは、ゲーム空間において特殊効果が発生したか否かを判定する。また、光源設定ステップは、特殊効果判定ステップにおいて特殊効果が発生したと判定された場合のみ第2の光源を設ける。

【0033】

第17の発明は、第11の発明に従属する発明であって、ゲーム装置は、各オブジェクトの表示色を決定するための基礎表示色を記憶している。このとき、表示色決定ステップは、領域決定ステップにおいて決定される領域と、ゲーム装置に記憶されている基礎表示色に基づいて表示色を決定する。

【0034】

第18の発明は、第17の発明に従属する発明であって、領域決定ステップは、決定した領域を数値によって表現する。また、表示色決定ステップは、領域決定ステップにおいて決定された領域を示す数値と基礎表示色の色データとを用いて所定の演算を行うことによって表示色を決定する。

【0035】

第19の発明は、ゲーム装置に、ゲーム空間内にオブジェクトを表示するゲームを実行させるためのゲームプログラムである。また、当該ゲームプログラムは、第1の光源設定ステップ（S12）と、第2の光源設定ステップ（S14）と、明るさ算出ステップ（S21およびS22）と、第1の検出ステップ（S23）と、第2の検出ステップ（S24およびS25）と、表示色決定ステップ（S30）とをゲーム装置に実行させる。第1の光源設定ステップは、オブジェクトに対して光を照射するための第1の光源をゲーム空間内に設定する。第2の光源設定ステップは、第1の光源とは異なる第2の光源をゲーム空間内に設定する。明るさ算出ステップは、オブジェクトを構成する各所定の単位について、第1の光源によって与えられる第1の照射強度と、第2の光源によって与えられる第2の照射強度とを算出する。第1の検出ステップは、各所定の単位について、第1の照射強度とそれに対応するしきい値との大小関係を検出する。第2の検出ステップは、各所定の単位について、第2の照射強度とそれに対応するしきい値との大小関係を検出する。表示色決定ステップは、各所定の単位について検出される第1の検出ステップおよび第2の検出ステップの検出結果に基づいて、オブジェクトの表示色が段階的に変化するように、当該各所定の単位における表示色を決定する。

【0036】

第20の発明は、第11から第19のいずれかの発明に従属する発明であって、所定の単位は、オブジェクトを構成するポリゴンである。

【0037】

【発明の実施の形態】

図1は本発明の一実施形態に係るゲームシステムの構成を示す外観図であり、図2はそのブロック図である。図1、図2に示すように、ゲームシステムは、ゲーム機本体101、DVD-ROM102、外部メモリカード103、コントローラ104、スピーカ201およびテレビジョン受像機（以下、単に「テレビ」という。）105を備える。DVD-ROM102および外部メモリカード103は、ゲーム機本体101に着脱自在に装着される。テレビ105は、AVケーブル106によって接続される。コントローラ104は、通信ケーブル107によって、ゲーム機本体101に設けられる複数（図1では、4つ）のコントローラポート用コネクタのいずれかに接続される。なお、他の実施形態においては、ゲーム機本体101とコントローラ104との通信は、通信ケーブル107を用いずに無線通信によって行われてもよい。以下、図2を参照しながら、本実施形態に係るゲームシステムにおける各部を詳細に説明する。

【0038】

外部記憶媒体の一例であるDVD-ROM102は、ゲームプログラムやキャラクタデータ等のゲームに関するデータを固定的に記憶している。プレイヤがゲームを行う場合、DVD-ROM102はゲーム機本体101に装着される。なお、ゲームプログラム等を記憶する手段は、DVD-ROM102に限らず、例えばCD-ROM、MO、メモリカード、ROMカートリッジ等の記憶媒体であってもよい。外部メモリカード103は、例えばフラッシュメモリ等の書き換え可能な記憶媒体によって構成され、典型的にはゲームにおけるセーブデータ等のデータを記録する。

【0039】

ゲーム機本体101は、DVD-ROM102に記録されているゲームプログラムを読み出し、ゲーム処理を行う。ゲーム機本体101の構成の詳細は後述する。コントローラ104は、プレイヤがゲーム操作に関する入力を行うための入

力装置であり、複数の操作スイッチを有する。コントローラ104は、プレイヤによる操作スイッチの押圧等に応じて操作データをゲーム機本体101に出力する。テレビ105は、ゲーム機本体101から出力された画像データを画面に表示する。また、スピーカ201は、典型的にはテレビ105に内蔵されており、ゲーム機本体101から出力されたゲーム中の音声を出力する。

【0040】

次に、ゲーム機本体101の構成について説明する。図2において、ゲーム機本体101内には、CPU202およびそれに接続されるメモリコントローラ203が設けられる。さらに、ゲーム機本体101内において、メモリコントローラ203は、グラフィックスプロセッシングユニット(GPU)204と、メインメモリ205と、DSP206を介してサブメモリ207と、各種インターフェース(IF)208~212とに接続される。メモリコントローラ203は、これら各構成要素間のデータ転送を制御する。

【0041】

ゲーム開始の際、まず、DVDドライブ213は、ゲーム機本体101に装着されたDVD-ROM102を駆動する。DVD-ROM102に記憶されているゲームプログラムは、DVDディスクI/F212およびメモリコントローラ203を介して、メインメモリ205に読み込まれる。メインメモリ205上のプログラムをCPU202が実行することによって、ゲームが開始される。ゲーム開始後、プレイヤは、操作スイッチを用いてコントローラ104に対してゲーム操作等の入力を行う。プレイヤによる入力に従い、コントローラ104は、操作データをゲーム機本体101に出力する。コントローラ104から出力される操作データは、コントローラI/F208およびメモリコントローラ203を介してCPU202に入力される。CPU202は、入力された操作データに応じてゲーム処理を行う。ゲーム処理における画像データ生成等に際して、GPU204やDSP206が用いられる。また、サブメモリ207は、DSP206が所定の処理を行う際に用いられる。

【0042】

GPU204は、ジオメトリユニット214およびレンダリングユニット21

5を含んでいる。ジオメトリユニット214は、仮想3次元空間であるゲーム空間に置かれた物体や図形に関する立体モデル（例えばポリゴンで構成されるオブジェクト）の座標についての演算処理を行うものであり、例えば立体モデルの回転・拡大縮小・変形や、ワールド座標系の座標から視点座標系やスクリーン座標系の座標への変換を行うものである。レンダリングユニット215は、所定のテクスチャ（模様や柄をつけるためのテクスチャであり、後述するテクスチャ色のテクスチャとは異なるものである。）に基づいて、スクリーン座標に投影された立体モデルについて各ピクセルごとのカラーデータ（RGBデータ）をカラーバッファ216に書き込むことによって、ゲーム画像を生成するためのものである。また、GPU204は、メインメモリ205の一部を画像処理用のメモリとして利用する（図4のフレームメモリ領域205f参照）。GPU204は、これらを用いてテレビ105に表示すべき画像データを生成し、適宜メモリコントローラ203およびビデオI/F209を介してテレビ105に出力する。なお、ゲームプログラム実行時にCPU202において生成される音声データは、メモリコントローラ203からオーディオI/F211を介して、スピーカ201に出力される。なお、本実施例では、メインメモリ205の一部を画像処理用のメモリとして利用する方式としたが、画像処理専用のメモリを別途設けたハードウェア構成としてもよい。

【0043】

図3は、DVD-ROM102に記憶されるデータを示す図である。DVD-ROM102には、プログラム領域102aと、画像データ領域102bと、音データ領域102cと、その他の領域102dとが含まれる。プログラム領域102aには、ゲームのメインプログラムや、テクスチャ処理プログラム、その他のプログラムが記憶される。テクスチャ処理プログラムは、トゥーンシェーディングを用いてオブジェクトのポリゴンに表示色を設定する処理をゲーム装置に実行させるためのプログラムである。この処理の詳細な内容については後述する。画像データ領域102bには、各オブジェクトを構成するポリゴンのデータや各オブジェクトのテクスチャのデータ等を含むオブジェクトデータ等が含まれる。音データ領域102cには、ゲームのBGMやゲーム中の効果音等のデータが含

まれる。

【0044】

図4は、メインメモリ205に記憶されるデータを示す図である。メインメモリ205には、プログラムデータ記憶領域205aと、ポリゴンデータ記憶領域205bと、テクスチャ色データ記憶領域205cと、基礎表示色データ記憶領域205dと、しきい値データ記憶領域205eと、フレームメモリ領域205fと、その他の領域205gとが含まれている。プログラムデータ記憶領域205aには、ゲーム開始時にDVD-ROM102から読み込まれるゲームプログラム（メインプログラム、テクスチャ処理プログラム等）が記憶される。ポリゴンデータ記憶領域205bには、オブジェクトを構成するためのポリゴンのデータが記憶される。

【0045】

テクスチャ色データ記憶領域205cには、後述するテクスチャ処理においてトゥーン変換を行った際に生成されるテクスチャ色の色データが記憶される。本実施形態においては、テクスチャ色として、黒、赤、緑および黄の4色の色データが記憶される。なお、テクスチャ色データは、RGB値で表現される。なお、上記テクスチャ色は、オブジェクトに模様や柄をつけるためのテクスチャとは異なるものである。

【0046】

基礎表示色データ記憶領域205dには、オブジェクトの表示色を決定する際に用いられる基礎表示色の色データ（RGB値）が記憶される。本実施形態においては、1種類のオブジェクトにつき3種類の基礎表示色データが記憶される。また、当該3種類の基礎表示色を、第1基礎表示色、第2基礎表示色および第3基礎表示色と呼ぶ。具体的には、第1基礎表示色には、通常時（特殊効果が発生していない時）のオブジェクトを表す表示色であって、第2基礎表示色よりも相対的に暗い色が設定される。また、第2基礎表示色には、通常時のオブジェクトを表す表示色であって、第1基礎表示色よりも相対的に明るい色が設定される。さらに、第3基礎表示色には、ゲーム空間において発生する特殊効果の影響を受けた場合のオブジェクトを表す表示色（エフェクト表示色）が設定されるものと

する。ここで、特殊効果とは、例えば、ゲーム空間において発生した稻妻や、爆発等をいう。例えば、緑色の帽子のオブジェクトの場合、第1基礎表示色には、濃い緑色が設定され、第2基礎表示色には、薄い緑色が設定される。また、第3基礎表示色には、帽子に稻妻の光が当たっている様子を示す色、例えば、青白色が設定される。なお、典型的には、第3基礎表示色は、第1および第2基礎表示色とは異なる色が設定される。

【0047】

しきい値データ記憶領域205eには、第1しきい値および第2しきい値が記憶される。これらは、後述するテクスチャ処理においてトゥーン変換を行うために用いられる。なお、第1しきい値として、複数種類の値が記憶されていてもよい。第2しきい値も第1しきい値と同様、複数種類の値が記憶されていてもよい。

【0048】

フレームメモリ領域205fは、GPU204によって画像処理用のメモリとして利用される。フレームメモリ領域205fには、例えば、カラーバッファやZバッファ等が設定される。また、その他の領域205gには、ゲーム処理において用いられるその他の変数が記憶される。

【0049】

次に、図5および図6を参照して、本ゲーム装置の特徴部分について説明する。図5は、本ゲーム装置の特徴部分を示す概念図であり、本ゲーム装置の機能的な構成を示す図である。本ゲーム装置は、3次元のゲーム空間内のオブジェクトに対して段階的に変化する表示色（陰影）を設定するために、いわゆるトゥーンシェーディングを行う。また、本ゲーム装置では、トゥーンシェーディングを行う際に2つの光源（ライト）が用いられ、それによって、1つのオブジェクトに対して3種類の表示色（明るい色、暗い色、特殊効果用の色）が設定される。以上によって、本ゲーム装置は、2カ所以上から光が当たっている様子をアニメ風の画像で表現することができる（後述する図10参照。）。以下、本ゲーム装置の動作の概要を説明する。

【0050】

図5において、本ゲーム装置は、ポリゴン処理部51と、テクスチャ処理部52と、映像信号発生部53とを備えている。まず、ポリゴン処理部51によって表示すべきオブジェクトがポリゴンで作成される。本実施形態においては、ポリゴンで構成されたオブジェクトに対して、ポリゴンを単位としてテクスチャ処理が行われる。つまり、テクスチャ処理部52においては、各ポリゴンについて表示色が決定される。以下、テクスチャ処理部52の詳細を説明する。

【0051】

明るさ算出部521は、ポリゴンの頂点について各ライトによって与えられる明るさを計算する。ここで、オブジェクトが存在するゲーム空間には、トゥーンシェーディングを行うための仮想的なライトが2つ設けられる（後述する図8参照）。本実施形態においては、2つのライトを、第1のライトおよび第2のライトと呼ぶ。また、第1のライトは、赤色の光を照射するライト（赤色のライト）であり、第2のライトは、緑色の光を照射するライト（緑色のライト）である。明るさ算出部521は、2つのライトによってそれぞれ与えられる明るさを計算する。ここで、あるライトによって与えられる明るさを照射強度と呼ぶ。より具体的には、第1のライトによって与えられる明るさを第1照射強度と呼ぶ、第2のライトによって与えられる明るさを第2照射強度と呼ぶ。本実施形態においては、明るさ算出部521では、第1のライト（赤色のライト）によって与えられる第1照射強度と、第2のライト（緑色のライト）によって与えられる第2照射強度とが算出される。また、当該第1照射強度と第2照射強度を各成分とするベクトルを、明るさベクトルと呼ぶ。

【0052】

なお、ここでは、第1照射強度は、ポリゴンの頂点における色データ（RGB値によって表現される）のR成分の値とする。また、第2照射強度は、ポリゴンの頂点における色データのG成分の値とする。すなわち、明るさ算出部251は、ポリゴンの頂点の色データ（R, G, B）から、R成分を抽出することによって第1照射強度を算出し、G成分を抽出することによって第2照射強度を算出す。従って、ポリゴンの頂点の色データが例えば（R1, G1, B1）であるとすると、算出される明るさベクトルは、（R1, G1）となる。なお、以下の説

明では、色データは、R成分、G成分およびB成分がそれぞれ256階調で表されるものとする。また、他の実施形態においては、明るさベクトルの各成分（照射強度）は、仮想のライトによって色づけされたポリゴンの色データを用いて算出する他に、どのような方法で算出してもよい。

【0053】

テクスチャ座標生成部522は、第1照射強度および第2照射強度に基づいて、テクスチャ座標値(S, T)を生成する。テクスチャ座標値とは、上述した2つのライトによってそれぞれ与えられる照射強度を2次元のベクトルで表現したもの、すなわち、明るさベクトルである。なお、ここでは、テクスチャ座標値のS成分は、第1照射強度の値がそのまま用いられる。また、テクスチャ座標値のT成分は、第2照射強度の値がそのまま用いられる。つまり、本実施形態においては、ポリゴンの頂点における色データのR成分の値がS成分の値となり、G成分の値がT成分の値となる。以上のように生成されたテクスチャ座標値に基づいて、テクスチャ色決定部523によってテクスチャ色が決定される。以下、図6を参照して、テクスチャ座標およびテクスチャ色について説明する。

【0054】

図6(a)は、本実施形態において用いられるテクスチャ座標を示す図である。図6(a)に示すテクスチャ座標では、横軸はS成分の値、縦軸はT成分の値をそれぞれ表す。つまり、テクスチャ座標は、明るさベクトルの各成分を座標軸とする座標領域である。ここで、横軸(S成分)には第1しきい値が定められており、縦軸(T成分)には第2しきい値が定められている。なお、図6(a)では、第1しきい値および第2しきい値は、ともに1.27である。この第1しきい値および第2しきい値によって、テクスチャ座標の座標領域は4つの領域(第1～第4領域)に分けられ、当該4つの領域には、黒、赤、緑および黄色の4色のテクスチャ色が割り当てられる。以上のようなテクスチャ座標を用いて、テクスチャ色決定部523はテクスチャ色を決定する。具体的には、しきい値によって分けられる領域に基づいて、オブジェクトの表示色が決定される。すなわち、テクスチャ座標値(明るさベクトルの先端)が、しきい値によって分けられる領域のいずれに含まれるかによって、表示色が決定される。

【0055】

なお、本実施形態においては、テクスチャ座標値が第1領域に含まれる場合（テクスチャ色が黒の場合）、オブジェクトを表す暗い色（第1基礎表示色）が表示色として設定される。また、テクスチャ座標値が第2領域に含まれる場合（テクスチャ色が赤の場合）、オブジェクトを表す明るい色（第2基礎表示色）が表示色として設定される。以上によって、第1照射強度と第1しきい値との大小関係に応じて、明るさの異なる表示色が設定されることがわかる。また、テクスチャ座標値が第3領域または第4領域に含まれる場合（テクスチャ色が緑または黄の場合）、エフェクト表示色（第3基礎表示色）が表示色として設定される。以上から、第2照射強度と第2しきい値との大小関係に応じて、特殊効果時におけるオブジェクトの表示色を設定するか、または、通常時におけるオブジェクトの表示色を設定するかが選択されることがわかる。なお、本実施形態では、第3領域の場合および第4領域の場合において最終的に同じ表示色が設定されるため、第3領域および第4領域を1つの領域とみなしてもよい。

【0056】

なお、本発明の特徴を明確にするため、ライトを1つだけ用いる場合においてテクスチャ色を決定する際の図を、図6（b）に示す。ライトが1つの場合（ここでは、赤いライトとする）、ポリゴンにおいて検出される照射強度は1種類であるため、図6（a）のような、2次元のテクスチャ座標は用いられない。図6（b）においては、ポリゴンにおいて検出される照射強度としきい値との大小関係によって、2色のテクスチャ色（黒または赤）のいずれかが選択される。

【0057】

以下、本実施形態におけるテクスチャ色の決定方法をより詳細に説明する。テクスチャ色決定部523においては、S成分の値と第1しきい値との大小関係が検出される。つまり、S成分の値が第1しきい値よりも大きいか否かが検出される。これは、換言すれば、256階調で表されているS成分の値が、しきい値（第1しきい値）との大小関係によって2階調に変換されることを意味する。また、S成分と同様に、256階調で表されているT成分の値が、第2しきい値との大小関係によって2階調に変換される。以上によって、トゥーン変換が行われた

こととなる。また、S成分の値と第1しきい値との大小関係および、T成分の値と第2しきい値との大小関係に基づいて、テクスチャ座標値（明るさベクトル）(S, T)がテクスチャ座標の4つの領域のどれに含まれるかがわかる。4つの領域にはそれぞれテクスチャ色が割り当てられているので、テクスチャ座標値が含まれている領域によってテクスチャ色が決定される。例えば、テクスチャ座標値が(10, 10)の場合、当該座標値は第1領域に属するので、テクスチャ色は黒に決定される。また、テクスチャ座標値が(230, 10)の場合、当該座標値は第2領域に属するので、テクスチャ色は赤に決定される。以上のように、ポリゴンのテクスチャ色は、2つのライトによる照射強度に基づいて求めることができる。

【0058】

表示色決定部524は、テクスチャ座標値が含まれる領域、すなわち、テクスチャ色に基づいて、ポリゴンの表示色を決定する。すなわち、4つの領域に応じたテクスチャ色に応じて、表示色が決定される。従って、4種類以下（本実施形態では3種類）の色のうちいずれかがポリゴンの表示色として選択されるので、オブジェクトは、表示色が段階的に変化するように、すなわち、アニメ風に表示されることになる。なお、表示色を示す表示色データは、RGB値によって表現される。具体的には、本実施形態においては、表示色は、テクスチャ色と、オブジェクトについて予め定められている基礎表示色とによって決定される。本実施形態における表示色の決定方法の詳細は後述する。

【0059】

テクスチャ合成部525は、表示色決定部524で決定された表示色を陰影色（シェーディングカラー）とし、この陰影色とポリゴン毎に定められているオブジェクトの柄や模様（テクスチャ）を表す画像データとを合成することによって、映像色データを生成する。映像色データとは、オブジェクトのテレビジョン受像機105における表示状態を決めるための映像色を示すデータである。ここで、上記した柄や模様（テクスチャ）は、テクスチャ座標生成部522やテクスチャ色決定部523で述べられているテクスチャとは異なるものである。なお、ポリゴン毎に柄や模様をつけなくてもよい場合は、表示色を映像色としても良い。

【0060】

映像信号発生部53は、テクスチャ処理部52によって生成された映像色データに基づいて、テレビ105に画像を表示するための表示信号を発生する。映像信号発生部53は、図2に示すビデオI/F209に対応している。以上のように、本発明に係るゲーム装置は、2つ以上のライトを用いて多次元的な照射強度の値（明るさベクトル）を得ることによって、2カ所以上からの光がオブジェクトに当たっている様子をトゥーンシェーディングによって表示することを可能とするものである。

【0061】

次に、図7を参照して、本実施形態における表示色の決定方法を詳細に説明する。図7は、本ゲーム装置で用いられる色データの関係を示す図である。まず、上述したように、色が異なる2つのライト（赤色のライトおよび緑色のライト）によって、オブジェクトを構成するポリゴンのテクスチャ色（黒、赤、緑および黄）が決定される。本実施形態においては、以上のように決定されたテクスチャ色から、混合率（ α ）および加算率（ β ）が定められる。各テクスチャ色には、それぞれ混合率および加算率の値が定められており、例えば、テクスチャ色と混合率および加算率の組とを対応付けるテーブルがゲーム装置に予め記憶されている。また、混合率および加算率の値は、テクスチャ色によって異なる。例えば、混合率の値として、テクスチャ色の色データのR成分を用い、加算率の値として、テクスチャ色の色データのG成分を用いるようにしてもよい。

【0062】

以上のように予め設定された混合率、加算率と、メインメモリ205に記憶された基礎表示色とに基づいて、表示色が決定される。具体的には、以下の式によって、混合率と、加算率と、基礎表示色とから表示色が決定される。

$$(表示色) = (C1) \times \alpha + (C2) \times (1 - \alpha) + (C3) \times \beta \quad \dots ①$$

ここで、C1は第1基礎表示色の色データであり、C2は第2基礎表示色の色データであり、C3は第3基礎表示色の色データである。また、 α は混合率であり、 β は加算率である。ここでは、混合率 α は、テクスチャ色のR成分の値（0～255）に基づいて決定される0から1までの値である。また、加算率 β は、テ

クスチャ色のG成分の値(0~255)に基づいて決定される0から1までの値である。なお、上述したように、表示色はRGB値で生成されるので、上式①は

$$O_r = (C1_r) \times \alpha + (C2_r) \times (1 - \alpha) + (C3_r) \times \beta \quad \dots ②$$

$$O_g = (C1_g) \times \alpha + (C2_g) \times (1 - \alpha) + (C3_g) \times \beta \quad \dots ③$$

$$O_b = (C1_b) \times \alpha + (C2_b) \times (1 - \alpha) + (C3_b) \times \beta \quad \dots ④$$

と表現できる。ここで、 O_r は表示色のR成分であり、 O_g は表示色のG成分であり、 O_b は表示色のB成分である。同様に、 $C1_r$ 、 $C1_g$ 、 $C1_b$ は、 $C1$ のR成分、G成分、B成分である。 $C2_r$ 、 $C2_g$ 、 $C2_b$ および $C3_r$ 、 $C3_g$ 、 $C3_b$ についても、 $C1_r$ 、 $C1_g$ 、 $C1_b$ と同様である。表示色決定部524においては、上式②から④を用いて、表示色データのRGB値が算出される。なお、混合率および加算率を用いる場合、混合率および加算率の設定の仕方によつては、最終的な表示色は、第1から第3基礎表示色のいずれかと同じ色とはならない場合もある。ただし、この場合であつても、最終的な表示色は3種類(または4種類)となる。

【0063】

以上のように、本実施形態においては、テクスチャ色に基づいて混合率および加算率を決定し、これらに基づいて表示色を決定する。なお、他の実施形態においては、テクスチャ色に応じて基礎表示色を表示色に直接決定するようにしてもよい。すなわち、テクスチャ色と基礎表示色とを対応付けたテーブルを予め用意しておき、テクスチャ色に応じて一意に決定される基礎表示色を表示色に決定する。例えば、テクスチャ色が黒の場合、第1基礎表示色を表示色に決定し、テクスチャ色が赤の場合、第2基礎表示色を表示色に決定する。さらに、テクスチャ色が緑または黄の場合、第3基礎表示色を表示色に決定する。なお、この場合、テクスチャ色と基礎表示色とを対応付けたテーブルを各オブジェクトについて用意する必要がある。これに対して、本実施形態では、混合率および加算率を用いることによつて、当該テーブルを用意する必要がない。従つて、ゲーム装置のメモリを節約することができる。

【0064】

次に、本実施形態に係るゲーム装置において行われる詳細な処理を説明する。図8は、本ゲーム装置のCPU202およびGPU204の協調動作によって行われるゲーム処理の流れを示すフローチャートである。なお、本実施例では、CPU202およびGPU204の協調動作によってゲーム処理を行わせているが、例えばCPU202のみによってジオメトリ処理等のほぼ全ての処理を行わせることも可能である。

【0065】

ゲームが開始されると、まず、S11において、初期設定が行われる。具体的には、ゲーム処理において用いられる変数の初期化や、ゲーム空間の形成等が行われる。次に、S12において、ゲーム空間の所定の位置に第1のライトが設定される。ここで、第1のライトは、上述した赤色の光を照射するライトである。また、第1のライトは、オブジェクトに対して通常時（特殊効果が発生していない時）の陰影をつけるために用いられる。従って、第1のライトを通常ライトとも呼ぶ。

【0066】

S12の次に、S13において、ゲーム空間において特殊効果が発生しているか否かが判定される。特殊効果とは、例えば稻妻や爆発等のような、オブジェクトに光を当てる必要があるゲーム中のイベントをいう。特殊効果は、ゲーム処理において所定の条件が満たされた（例えば、爆弾が爆発した。）ことによって発生されてもよいし、プレイヤによる操作によって行われてもよい。S13の判定において、特殊効果が発生していると判定された場合、S14の処理が行われた後でS15の処理が行われる。一方、S13の判定において、特殊効果が発生していないと判定された場合、S14の処理をスキップしてS15の処理が行われる。

【0067】

S14において、ゲーム空間の所定の位置に第2のライトが設定される。ここで、第2のライトは、上述した緑色の光を照射するライトである。また、第2のライトは、オブジェクトに対して特殊効果による陰影をつけるために用いられる。従って、第2のライトをエフェクトライトとも呼ぶ。

【0068】

S15において、オブジェクトのポリゴン処理が行われる。すなわち、ゲーム空間内のオブジェクトがポリゴンによって作成される。なお、S15の処理は、図5に示すポリゴン処理部51に対応する。続くS16において、テクスチャ処理が行われる。このテクスチャ処理は、図5に示すテクスチャ処理部52に対応する。以下、テクスチャ処理の詳細を説明する。

【0069】

図9は、図8のステップS16の詳細を示すフローチャートである。まず、S21において、S15において作成されたポリゴンの各頂点における照射強度が算出される。具体的には、ポリゴンの頂点における色データのR成分の値が第1照射強度として算出され、G成分の値が第2照射強度として算出される。なお、S21の処理は、図5の明るさ算出部521に対応している。

【0070】

S22において、S21において算出された第1照射強度および第2照射強度に基づいて、テクスチャ座標(S, T)が生成される。具体的には、第1照射強度の値がテクスチャ座標のS成分の値とされ、第2照射強度の値がテクスチャ座標のT成分の値とされる。なお、S22の処理は、図5のテクスチャ座標生成部522に対応している。以上のS21およびS22によって、明るさベクトルが算出される。

【0071】

S22の次に、S23～S29によって、テクスチャ色が決定される。つまり、S23～S29の処理が、図5のテクスチャ色決定部523に対応している。まず、S23において、テクスチャ座標のS成分の値が第1しきい値よりも小さいか否かが判定される。具体的には、S22において生成されるテクスチャ座標のS成分の値(すなわち、第1照射強度)と、しきい値データ記憶領域205eに記憶されている第1しきい値の値とを比較することによって、両者の大小関係が判定される。テクスチャ座標のS成分の値が第1しきい値よりも小さい場合、S24の処理が行われる。一方、テクスチャ座標のS成分の値が第1しきい値よりも大きい場合、S25の処理が行われる。

【0072】

S24において、テクスチャ座標のT成分の値が第2しきい値よりも小さいか否かが判定される。具体的には、S22において生成されるテクスチャ座標のT成分の値（すなわち、第2照射強度）と、しきい値データ記憶領域205eに記憶されている第2しきい値の値とを比較することによって、両者の大小関係が判定される。S24の判定において、テクスチャ座標のT成分の値が第2しきい値よりも小さい場合、S26の処理が行われる。一方、S24の判定において、テクスチャ座標のT成分の値が第2しきい値よりも大きい場合、S27の処理が行われる。

【0073】

S25においても、S24と同様の処理が行われる。すなわち、S25の判定において、テクスチャ座標のT成分の値が第2しきい値よりも小さい場合、S28の処理が行われる。一方、S25の判定において、テクスチャ座標のT成分の値が第2しきい値よりも大きい場合、S29の処理が行われる。

【0074】

S26において、テクスチャ色が黒に決定される。具体的には、テクスチャ色データとして、テクスチャ色データ記憶領域205cに記憶されている黒色の色データ（0, 0, 0）が選択される。以上のように、第1および第2のライトによって色づけされるポリゴンの頂点の色が黒に近い場合、すなわち、第1照射強度が第1しきい値より小さく、かつ、第2照射強度が第2しきい値より小さい場合、テクスチャ色は黒色に決定される。

【0075】

一方、S27において、テクスチャ色が緑に決定される。この場合、テクスチャ色データとして、テクスチャ色データ記憶領域205cに記憶されている緑色の色データ（0, 255, 0）が選択される。以上のように、第1および第2のライトによって色づけされるポリゴンの頂点の色が緑に近い場合、すなわち、第1照射強度が第1しきい値より小さく、かつ、第2照射強度が第2しきい値より大きい場合、テクスチャ色は緑色に決定される。

【0076】

S28において、テクスチャ色が赤に決定される。具体的には、テクスチャ色データとして、テクスチャ色データ記憶領域205cに記憶されている赤色の色データ(255, 0, 0)が選択される。以上のように、第1および第2のライトによって色づけされるポリゴンの頂点の色が赤に近い場合、すなわち、第1照射強度が第1しきい値より大きく、かつ、第2照射強度が第2しきい値より小さい場合、テクスチャ色は赤色に決定される。

【0077】

一方、S29において、テクスチャ色が黄に決定される。この場合、テクスチャ色データとして、テクスチャ色データ記憶領域205cに記憶されている黄色の色データ(255, 255, 0)が選択される。以上のように、第1および第2のライトによって色づけされるポリゴンの頂点の色が黄に近い場合、すなわち、第1照射強度が第1しきい値より大きく、かつ、第2照射強度が第2しきい値より大きい場合、テクスチャ色は黄色に決定される。

【0078】

S26～S29の処理の次に、S30において、テクスチャ色データに基づいてポリゴンの表示色が決定される。具体的には、まず、テクスチャ色データに基づいて混合率および加算率が決定される。次に、当該混合率および加算率と、基礎表示色データ記憶領域205dに記憶されている第1から第3基礎表示色の色データとを、上述した式②から式④に代入することによって、表示色のRGB値が決定される。なお、S30の処理は、図5の表示色決定部524に対応する。

【0079】

S30の次に、S31において、テクスチャ合成処理が行われる。具体的には、S30において決定された表示色(陰影色)と、ポリゴン毎に定められているオブジェクトの柄や模様(テクスチャ)を表す画像データとを合成することによって、映像色データが生成される。なお、S31の処理は、図5に示すテクスチャ合成部525に対応する。以上によって、テクスチャ処理が終了する。なお、以上のテクスチャ処理は、ゲーム空間内の各オブジェクトの各ポリゴンについてそれぞれ行われる。

【0080】

図8の説明に戻り、S17において、画像表示処理が行われる。具体的には、S16のテクスチャ処理によって生成された映像色データに基づいて、テレビ105に画像を表示させる。続くS18において、ゲームを終了するか否かが判定される。例えば、ゲームオーバーになったか否かや、ゲームを終了するための操作がプレイヤによって行われたか否か等が判定される。ゲームを終了しないと判定された場合、S12に戻ってゲームが終了するまでS12～S18の一連の処理を繰り返す。一方、ゲームを終了する場合、図8に示すゲーム処理を終了する。

【0081】

次に、本実施形態に係るゲーム装置によって表示されるオブジェクトの表示例を示す。図10は、特殊効果が発生している時のオブジェクトの表示例を示す図である。特殊効果が発生している時、通常ライト（赤色のライト）64およびエフェクトライト（緑色のライト）65が設定される（図8のS12～S14参照）。図10に示すように、2つのライトを用いることによって、オブジェクトに異なる角度から光が照射しているような場合であっても、トゥーンシェーディングを行うことができる。また、上述したように、本実施形態においては、1つのオブジェクトの表示色は3種類の表示色から選択される。すなわち、オブジェクトの各ポリゴンには、第1照射強度と第1しきい値との大小関係および第2照射強度と第2しきい値との大小関係に基づいて、3種類の表示色のいずれかが設定される。その結果、1つのオブジェクト（例えば、図10に示すゴリラの左腕）は、3つの部分、すなわち、明るい表示色が設定される部分61と、暗い表示色が設定される部分62と、特殊効果による表示色（エフェクト表示色）が設定される部分63とに分けられることになる。なお、エフェクト表示色が設定される部分63は、第2照射強度が第2しきい値よりも大きい部分である（図9のS27またはS29）。また、明るい表示色が設定される部分61は、上記部分63以外の部分であって、第1照射強度が第1しきい値よりも大きい部分である。一方、暗い表示色が設定される部分62は、上記部分63以外の部分であって、第1照射強度が第1しきい値よりも小さい部分である。

【0082】

図11は、特殊効果が発生していない時のオブジェクトの表示例を示す図である。特殊効果が発生していない場合、通常ライト64は設定されるが、エフェクトライト65は設定されない（消灯される）。その結果、オブジェクトの各ポリゴンに与えられる第2照射強度は「0」となり（S21）、テクスチャ座標のT成分は「0」となる（S22）。従って、テクスチャ色は黒または赤に設定されるので（S24～S29）、表示色としてエフェクト色が設定されることがない。以上の結果、特殊効果が発生していない時のオブジェクト（例えば、図11に示すゴリラの左腕）は、明るい表示色が設定される部分61および暗い表示色が設定される部分62のみによって構成される。

【0083】

なお、以上に説明した実施形態においては、ゲーム空間内にライトを2つ設定する場合について説明したが、光源は3つ以上であってもよい。例えば、ライトが3つである場合、明るさベクトルは3次元のベクトルになり、テクスチャ座標の座標領域は3次元の空間になる。この場合も、本実施形態と同様、しきい値によって分けられる領域に応じてポリゴンの表示色を決定することができる。また、この場合、ライトが3つであるので、3カ所からの光がオブジェクトに当たっている様子を表現することができる。なお、ライトを3つ設定する場合、各ライトの色は、赤、緑、青とすることが好ましい。

【0084】

なお、以上に説明した実施形態を説明する図8においては、特殊効果が発生していない場合、エフェクトライトを設定しない（S13およびS14参照。）こととした。ここで、他の実施形態においては、特殊効果が発生していない場合、テクスチャ色として緑色および黄色が決定されないようにしてよい。例えば、図8においてS14の処理を行わない代わりに、図9のS22において、特殊効果が発生していない場合にはT=0とするようにしてもよい。これによっても、本実施形態と同様の効果を得ることができる。その他、特殊効果が発生していない場合には、図9のS24およびS25の判定において必ず肯定と判定するようにしても、本実施形態と同様の効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施形態に係るゲームシステムの構成を示す外観図である。

【図2】

本発明の一実施形態に係るゲームシステムの構成を示すブロック図である。

【図3】

DVD-ROM102に記憶されるデータを示す図である。

【図4】

メインメモリ205に記憶されるデータを示す図である。

【図5】

本ゲーム装置の機能的な構成を示す図である。

【図6】

本実施形態において用いられるテクスチャ座標を示す図である。

【図7】

本ゲーム装置で用いられる色データの関係を示す図である。

【図8】

本ゲーム装置のCPU202およびGPU204の協調動作によって行われるゲーム処理の流れを示すフローチャートである。

【図9】

図8のステップS16の詳細を示すフローチャートである。

【図10】

特殊効果が発生している時のオブジェクトの表示例を示す図である。

【図11】

特殊効果が発生していない時のオブジェクトの表示例を示す図である。

【図12】

従来の手法によって生成される画像の表示例を示す図である。

【符号の説明】

101 ゲーム機本体

102 DVD-ROM

104 コントローラ

105 テレビジョン受像機

202 C P U

204 G P U

205 メインメモリ

52 テクスチャ処理部

521 明るさ算出部

522 テクスチャ座標生成部

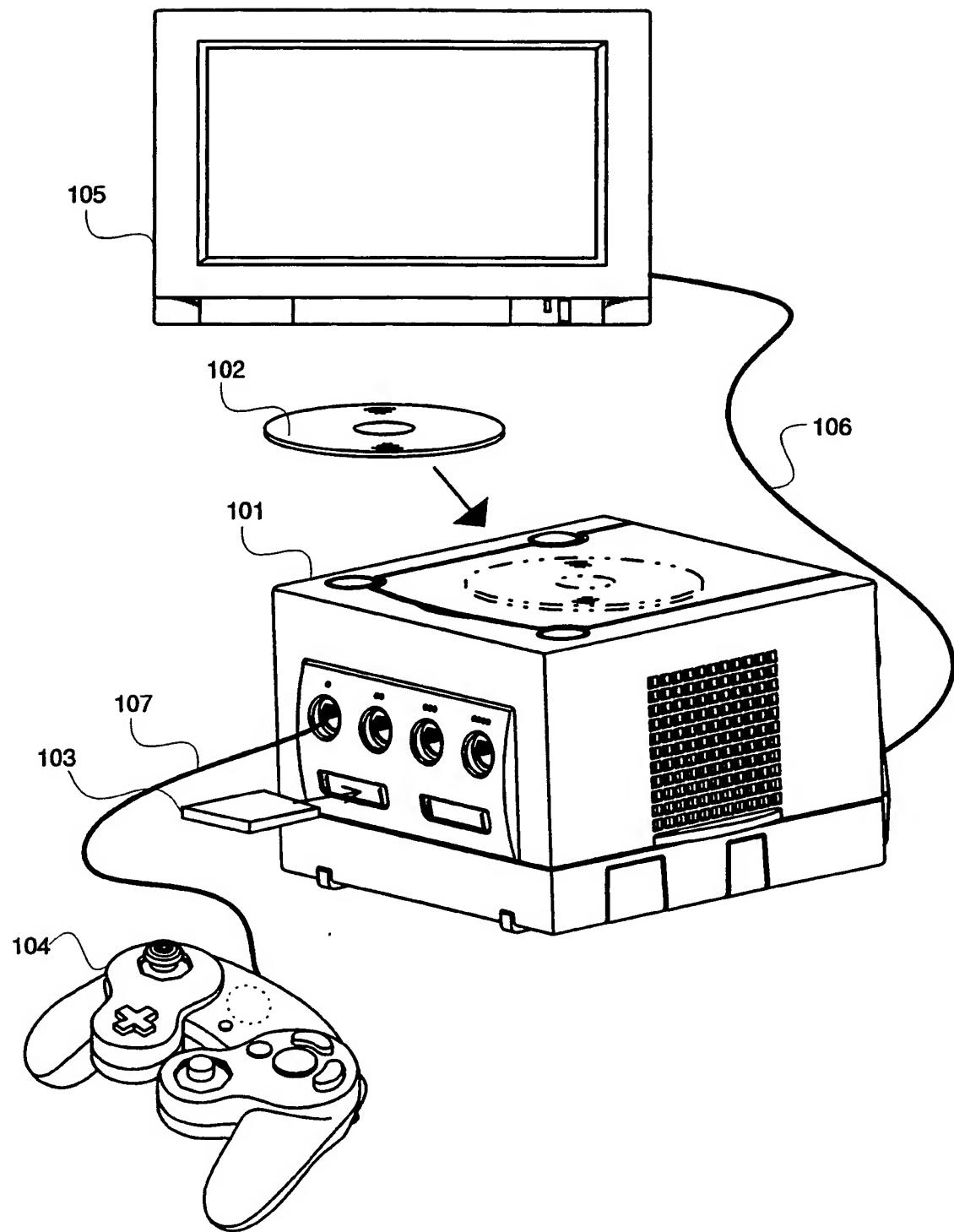
523 テクスチャ色決定部

524 表示色決定部

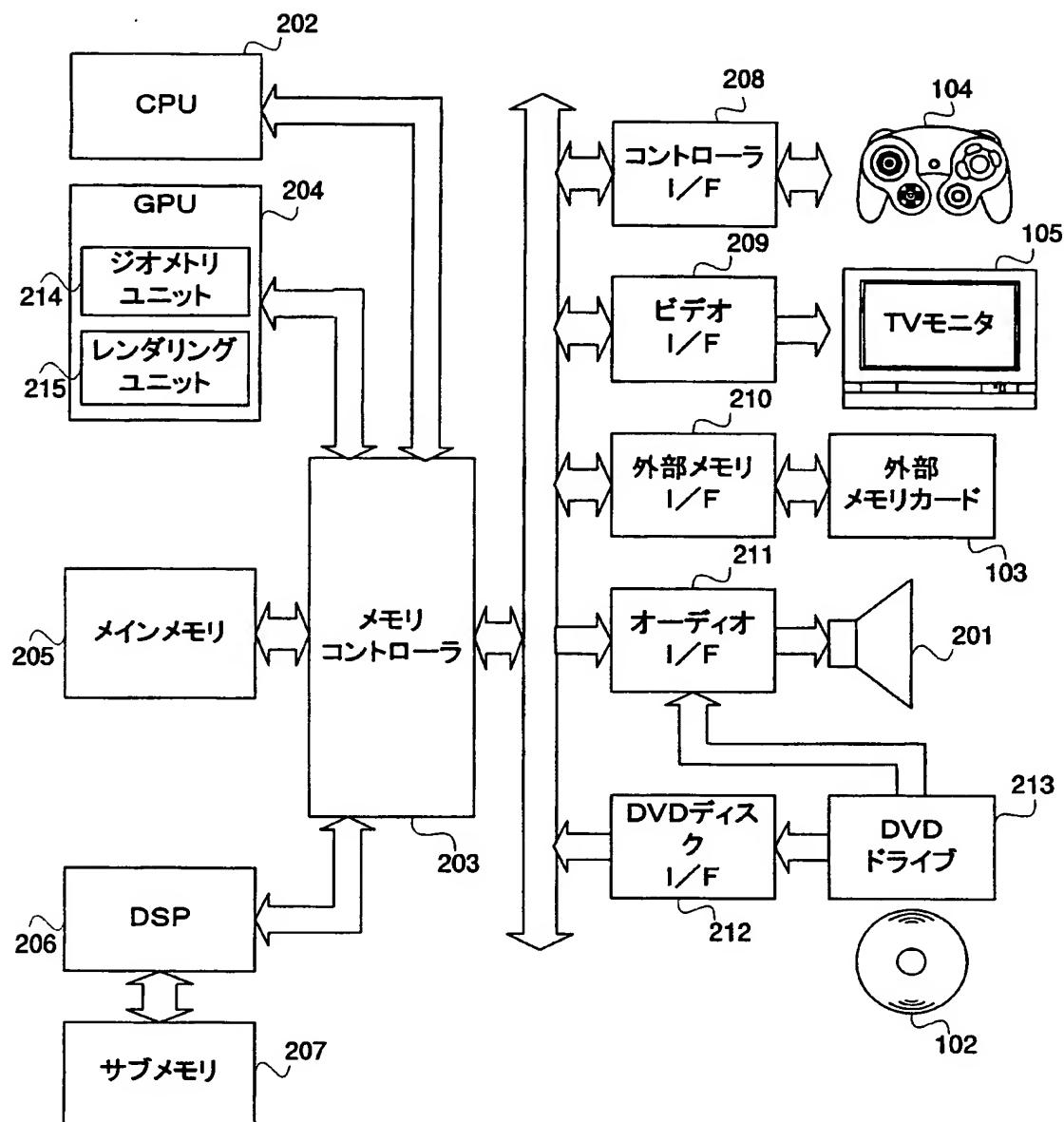
525 テクスチャ合成部

【書類名】 図面

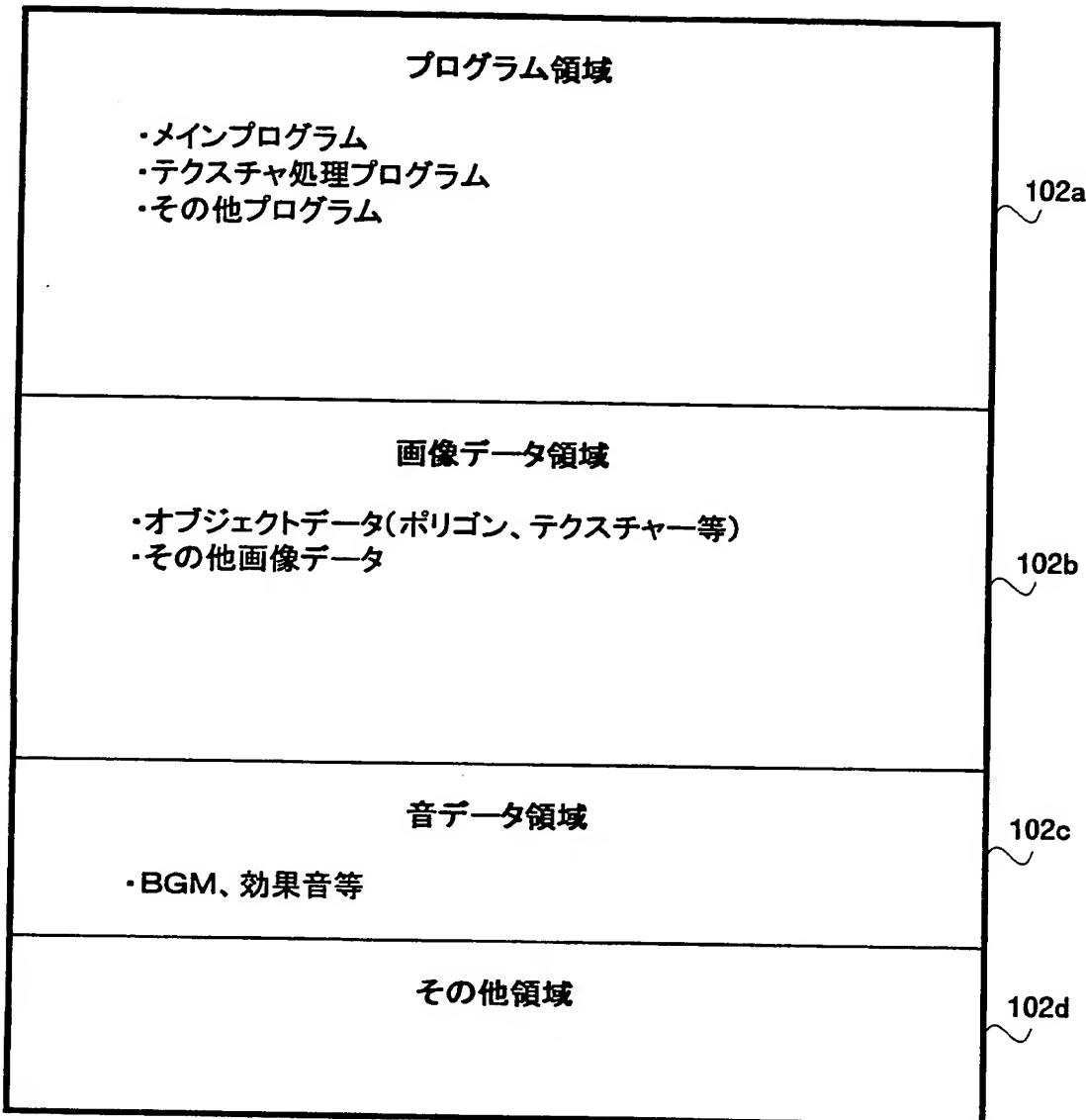
【図1】



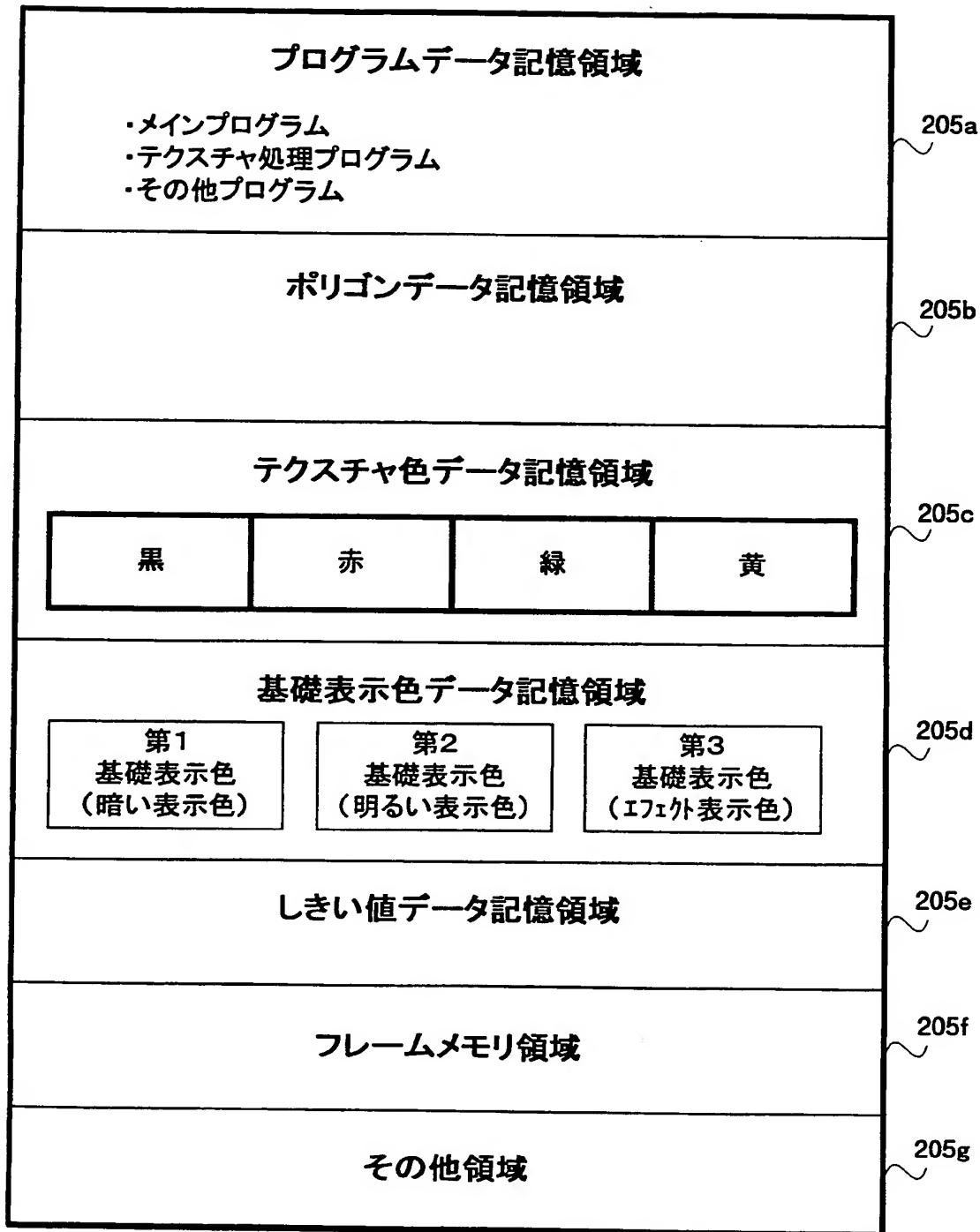
【図2】



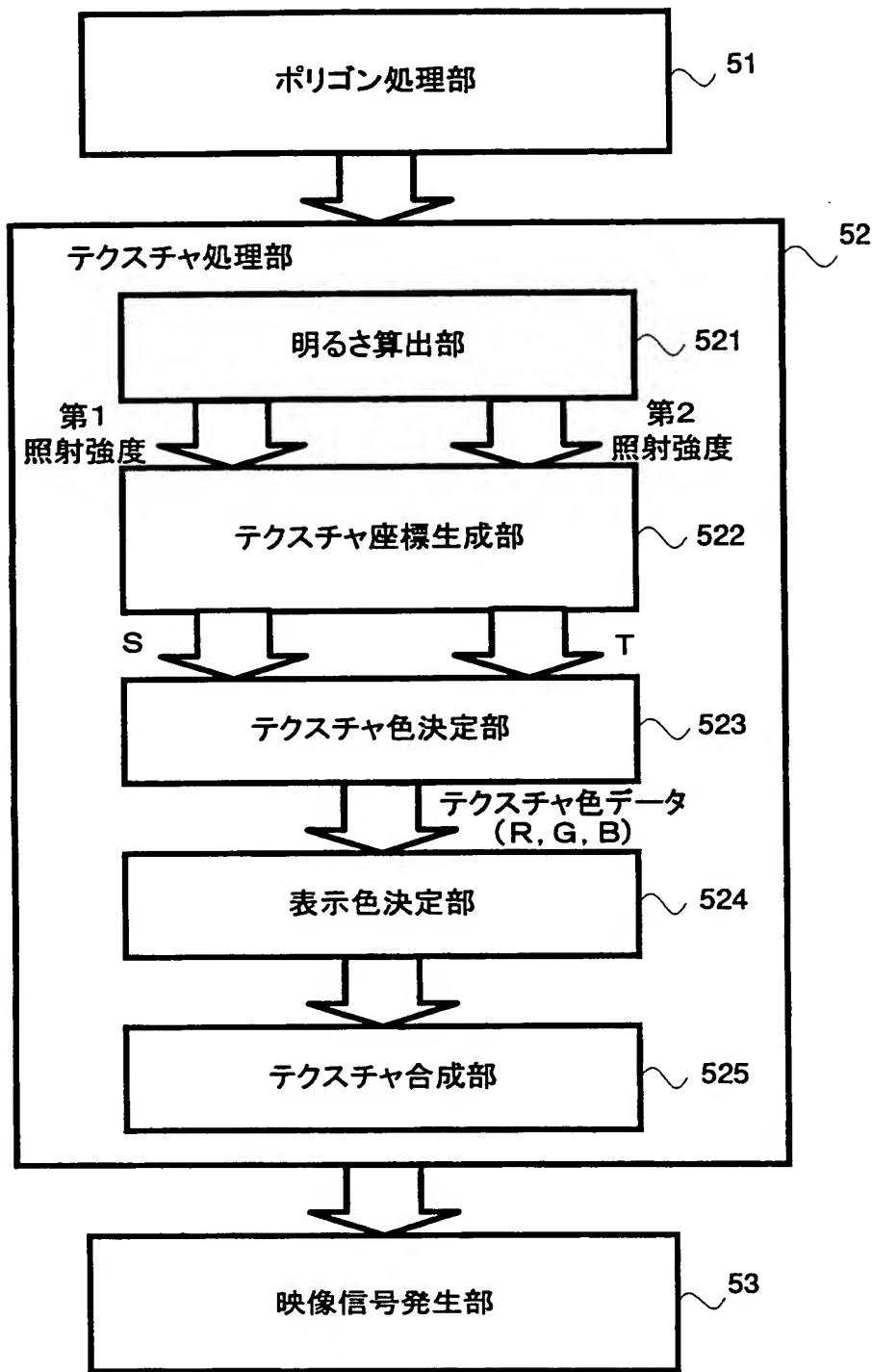
【図3】



【図4】

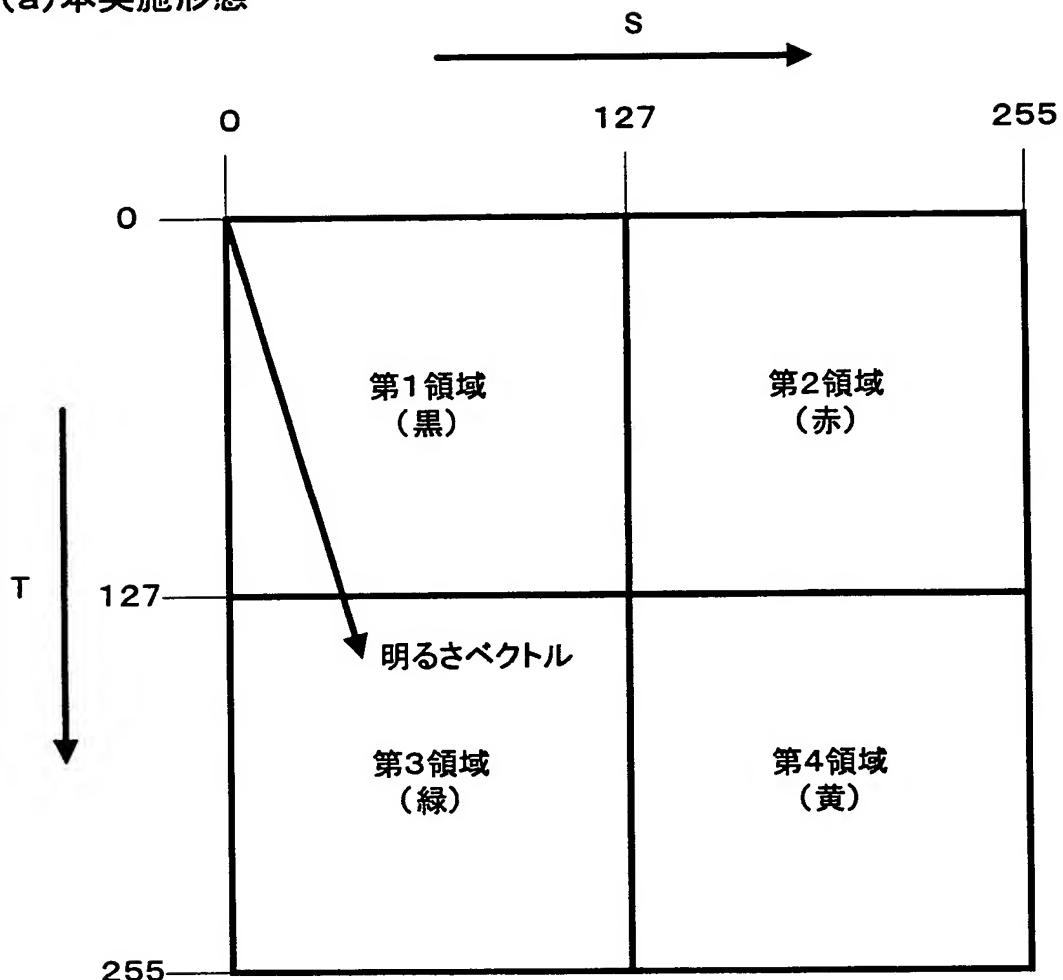


【図5】

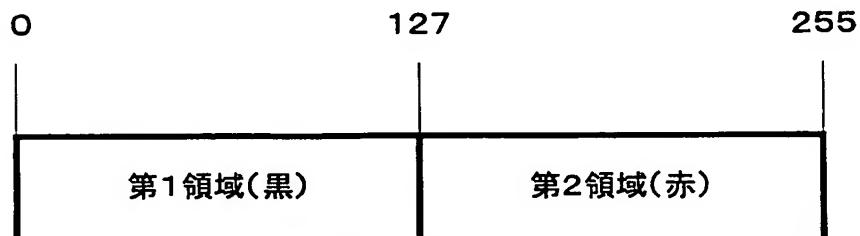


【図6】

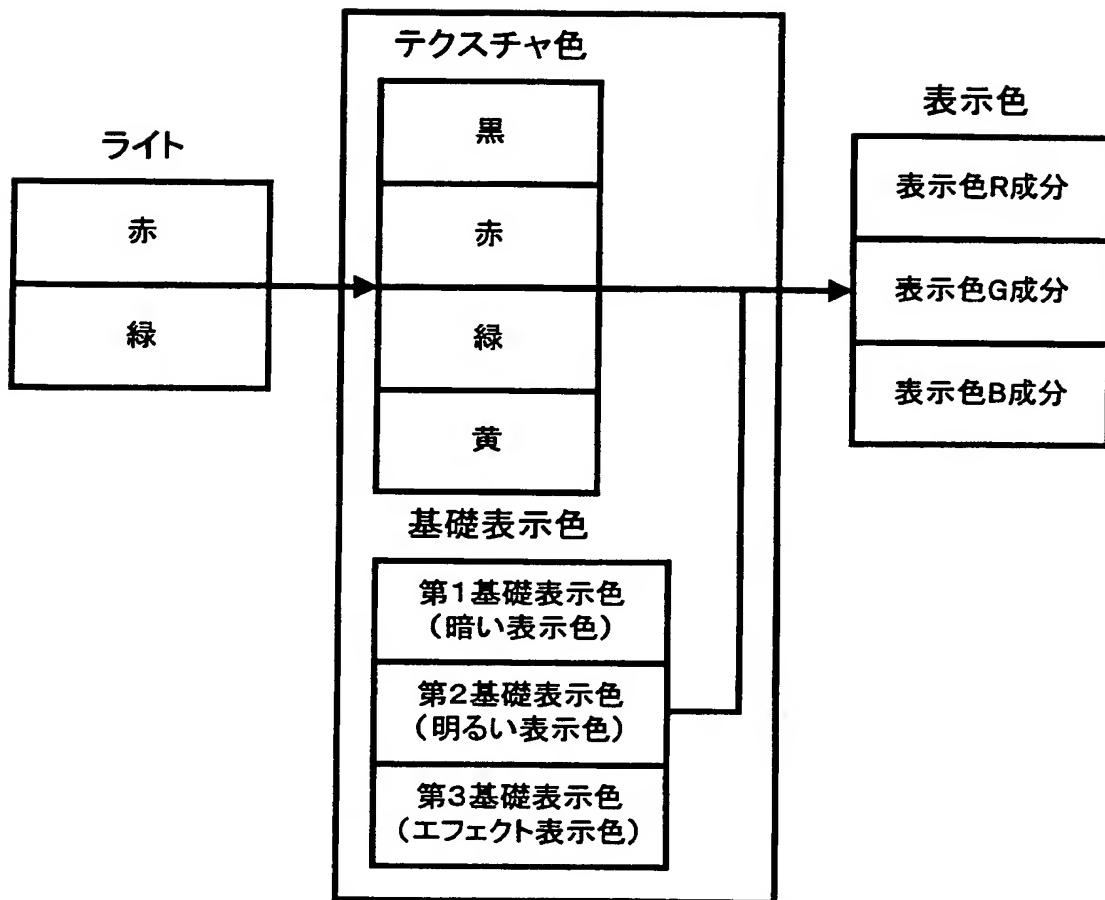
(a)本実施形態



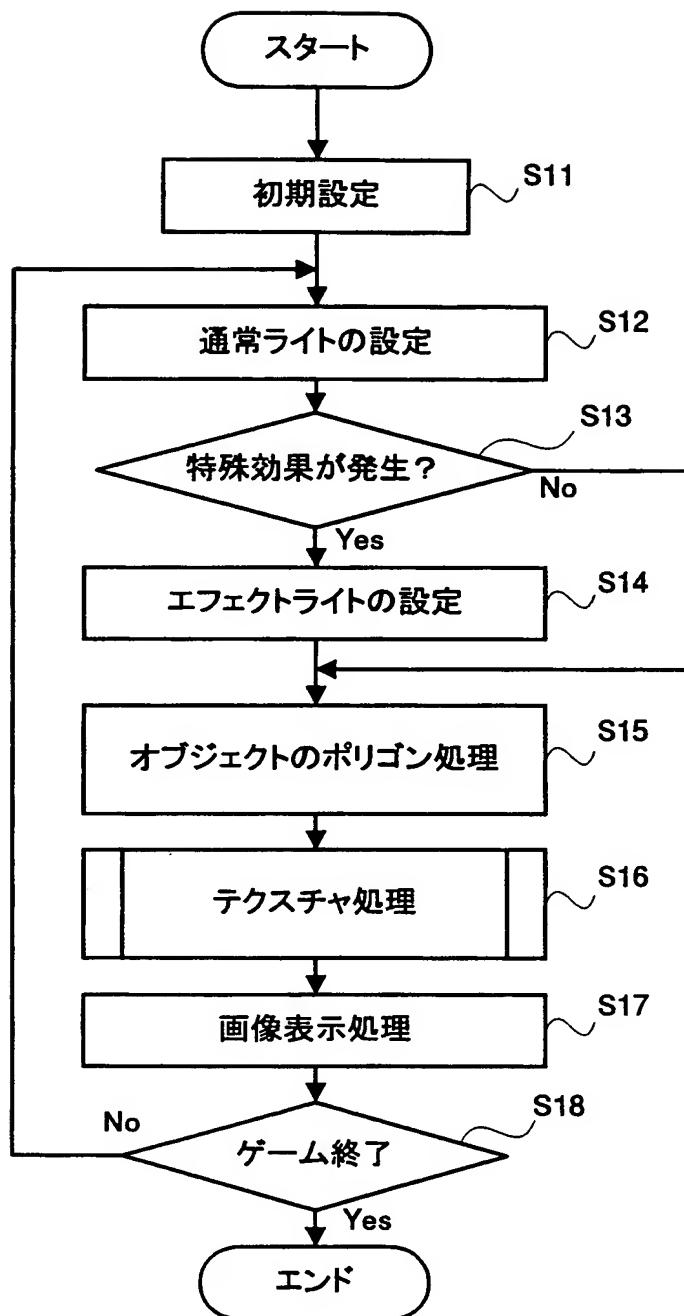
(b)ライトが1つの場合



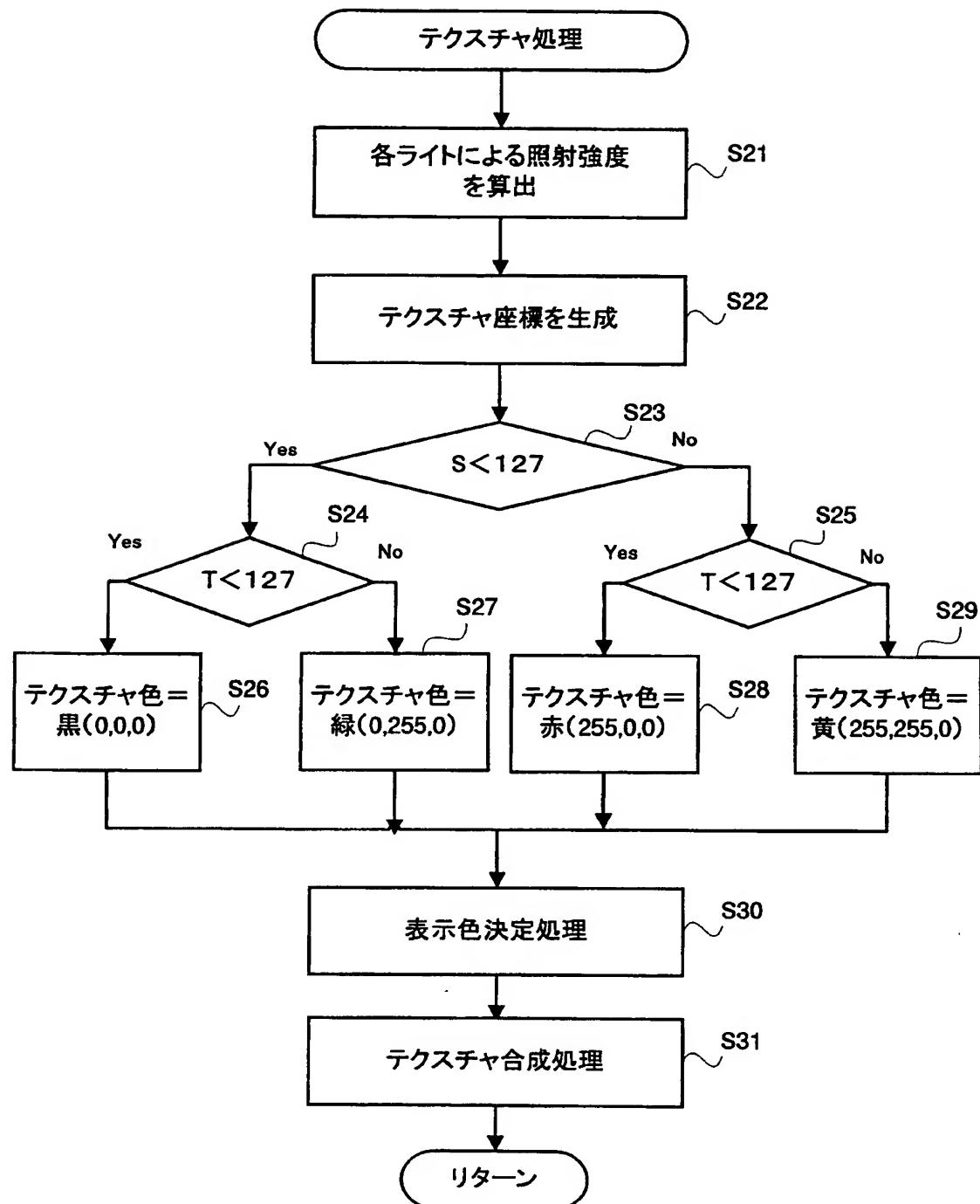
【図7】



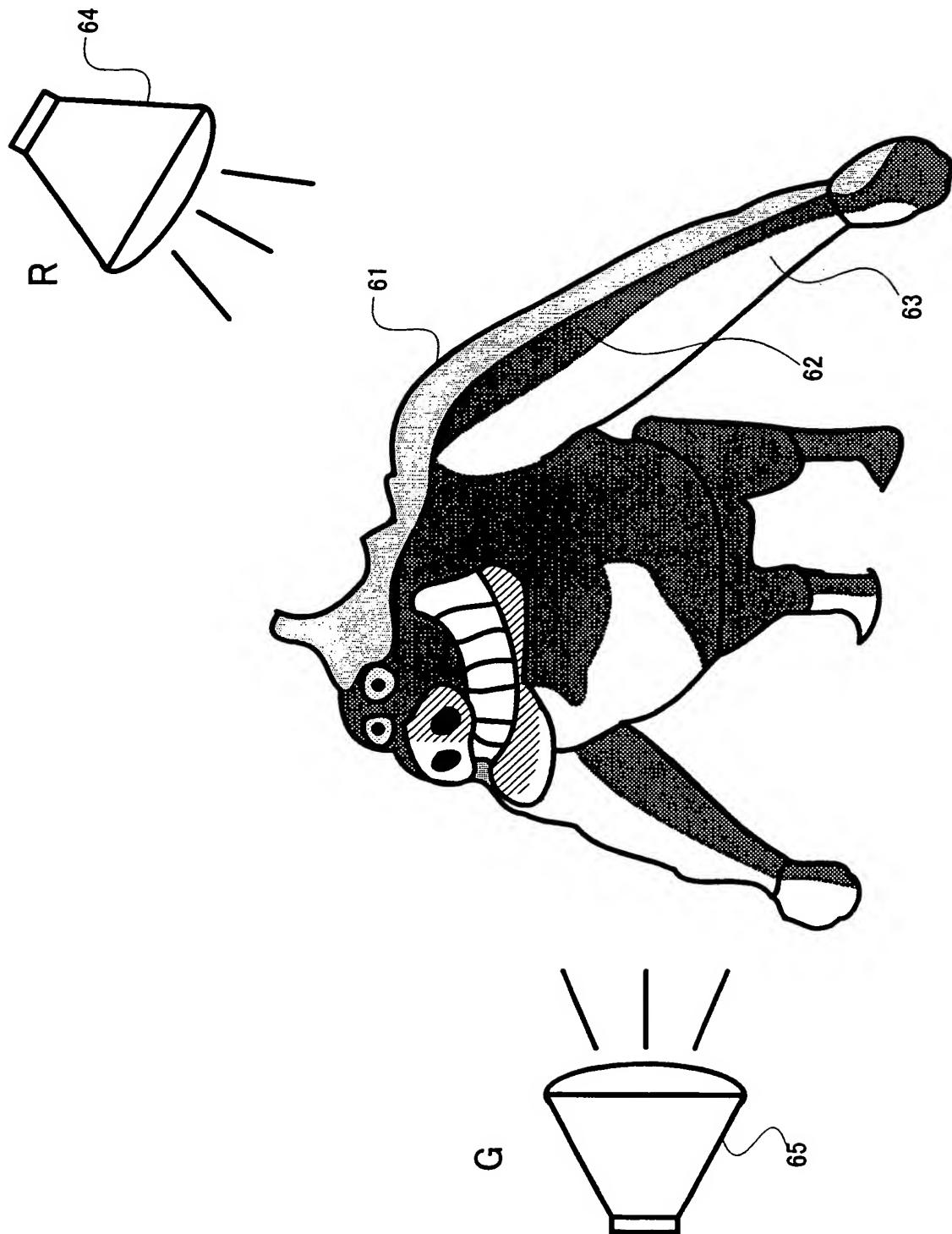
【図8】



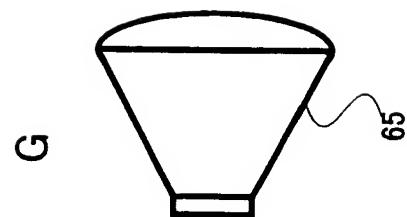
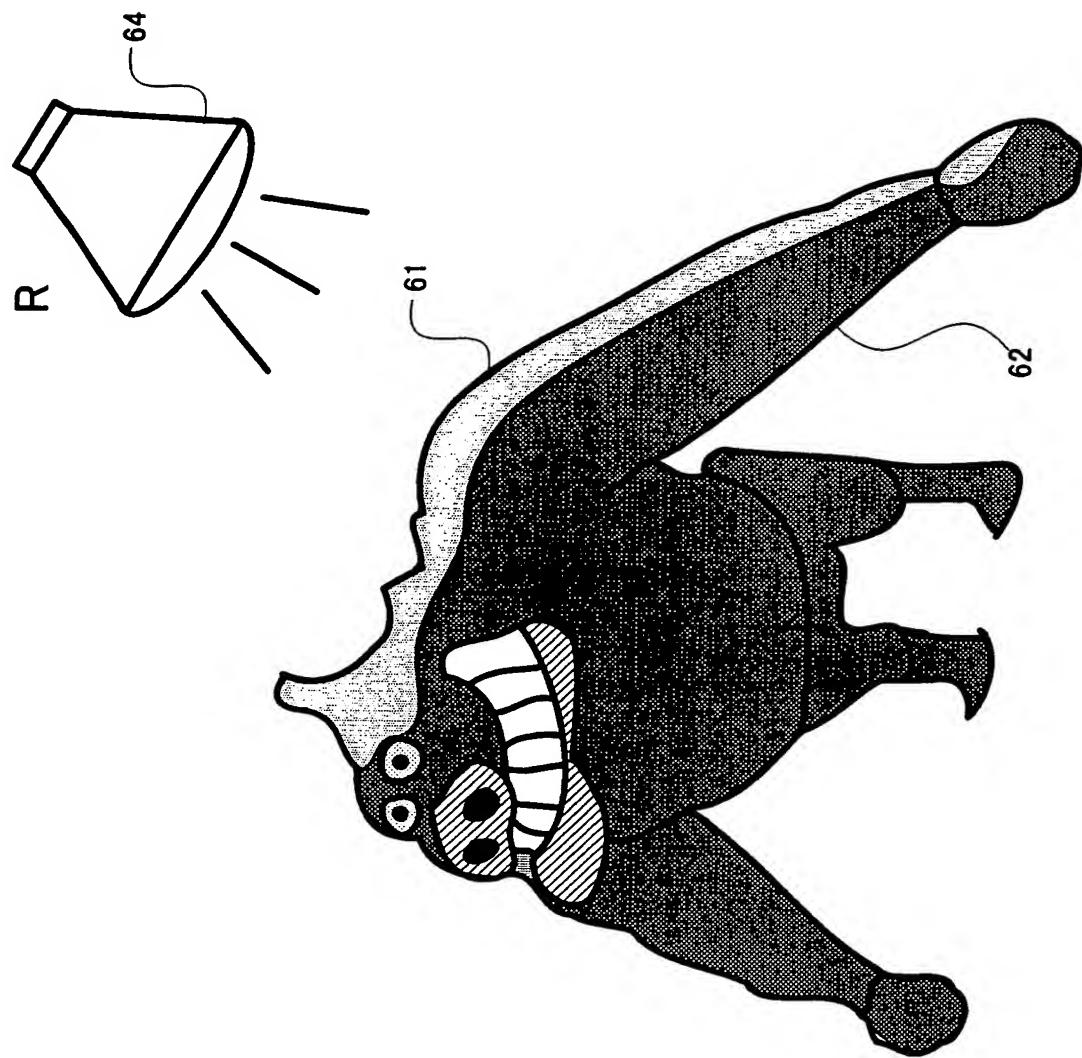
【図9】



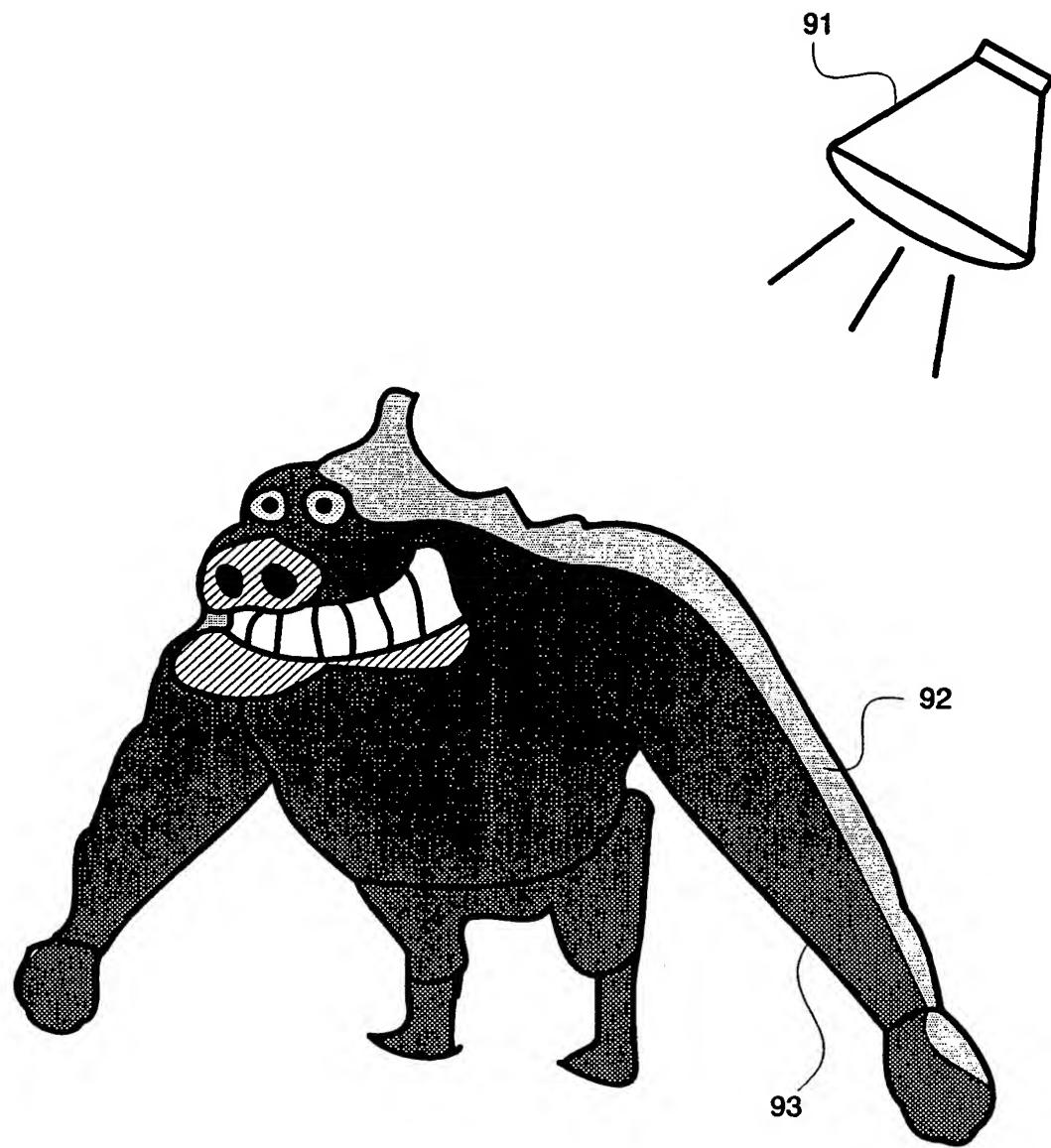
【図10】



【図11】



【図12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 2つの以上の異なる光が当たる様子をトゥーンシェーディングによって表現することができるゲーム装置およびゲームプログラムを提供する。

【解決手段】 ゲーム空間内には、オブジェクトに対して光を照射するための光源が n 個設定する。明るさ算出部 521 およびテクスチャ座標生成部 522 は、オブジェクトを構成する各所定の単位について、 n 個の各光源によってそれぞれ与えられる n 個の照射強度を各成分とする明るさベクトルを算出する。テクスチャ色決定部 523 は、各所定の単位について、 n 個の照射強度とそれらに対応するしきい値との大小関係に基づいて、各当該しきい値によって分けられる領域のうち、明るさベクトルの先端が含まれる領域を決定する。表示色決定部 524 は、各所定の単位について決定された領域に基づいて、オブジェクトの表示色が段階的に変化するように、当該各所定の単位における表示色を決定する。

【選択図】 図 5

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-361446
受付番号	50201886356
書類名	特許願
担当官	第二担当上席 0091
作成日	平成14年12月13日

＜認定情報・付加情報＞

【提出日】 平成14年12月12日

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000233778]

1. 変更年月日 2000年11月27日

[変更理由] 住所変更

住 所 京都府京都市南区上鳥羽鉢立町11番地1
氏 名 任天堂株式会社